

Índice

Editorial	5
Algunos aspectos que pueden influir en el rigor y veracidad del muestreo de pastos y forrajes	7
<i>Rafael S. Herrera García</i>	
Crecimiento de la malacapa <i>Diapterus brevirostris</i> (Perciformes: Gerreidae) en el Pacífico centro mexicano	27
<i>Manuel Gallardo-Cabello, Elaine Espino-Barr, Esther Guadalupe Cabral-Solís, Arturo García-Boa y Marcos Puente-Gómez</i>	
Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías	41
<i>Aslam Díaz Castillo, Yurangel Sardiñas López, Emilio Castillo Corría, César Padilla Corrales, Humberto Jordán Vázquez, Ramón Omar Martínez Zubiaur, Tomás Elías Ruiz Vázquez, María Felicia Díaz Sánchez, Abid Francisco Moo Cruz, Oseas Gómez Cruz, Diana Alpide Tovar, Mario Rafael Arjona Ruiz y Gonzalo Ortega García</i>	
Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México)	63
<i>Manuel Sánchez-Sánchez y José Antonio Torres-Rivera</i>	
Algunas consideraciones sobre la sustentabilidad en la agricultura argentina. Herramientas para el cumplimiento de la normativa ambiental	77
<i>Clara María Minaverry y Teresa Gally</i>	
Antagonistas a <i>Phytophthora capsici</i> inoculados en sustratos de germinación de <i>Capsicum annum</i> Leonian y <i>Mucuna deeringiana</i> Bort	95
<i>Juliana Bautista-Calles, Manuel Huerta-Lara y Roberto García-Espinoza</i>	
Indicaciones para los autores	115

Index

Editorial	5
Some factors affecting the rigour and veracity of pastures and forages sampling	7
<i>Rafael S. Herrera García</i>	
Growth of the Shortnose Mojarra <i>Diapterus brevirostris</i> (Perciformes: Gerreidae) in Central Mexican Pacific	27
<i>Manuel Gallardo-Cabello, Elaine Espino-Barr, Esther Guadalupe Cabral-Solís, Arturo García-Boa y Marcos Puente-Gómez</i>	
Characterization of livestock ranches of Campeche, Mexico. Results of projects of transfer of technologies	41
<i>Aslam Díaz Castillo, Yurangel Sardiñas López, Emilio Castillo Corría, César Padilla Corrales, Humberto Jordán Vázquez, Ramón Omar Martínez Zubiaur, Tomás Elías Ruiz Vázquez, María Felicia Díaz Sánchez, Abid Francisco Moo Cruz, Oseas Gómez Cruz, Diana Alvide Tovar, Mario Rafael Arjona Ruiz y Gonzalo Ortega García</i>	
Diagnosis and classification of family units with and without production of backyard hens in a community of Huatusco, Veracruz (Mexico)	63
<i>Manuel Sánchez-Sánchez y José Antonio Torres-Rivera</i>	
About sustainability in argentine agriculture. Tools for environmental law compliance	77
<i>Clara María Minaverry y Teresa Gally</i>	
Antagonists to <i>Phytophthora capsici</i> inoculated in substrates of germination of <i>Capsicum annuum</i> Leonian and <i>Mucuna deeringiana</i> Bort	95
<i>Juliana Bautista-Calles, Manuel Huerta-Lara y Roberto García-Espinoza</i>	
<i>Instructions for authors</i>	115

Editorial

Sin lugar a dudas, es un gran orgullo presentar en nuestra revista el tomo número dos del volumen 18, para este 2014. Y más aún porque la publicación, durante ya once años en esta segunda época, sigue cumpliendo con el objetivo de difundir el conocimiento científico del sector agropecuario, de manera ininterrumpida.

Sin importar, desde luego, todos los factores inherentes a la edición, que ya los hemos venido comentando a lo largo de este periodo: el poco presupuesto, las adversidades oficiales para apoyar, fomentar y difundir el conocimiento científico a través de revistas científicas en México por el sector correspondiente. Pese a todo ello, damos muestra de la capacidad y profesionalismo que tiene nuestro grupo para mantener un proyecto de esta envergadura.

Una característica de nuestra revista es la diversidad de temas, todos ellos previstos en los objetivos de la publicación; pero que, sin lugar a dudas, se mantiene esta característica a través del tiempo.

Esta variedad temática, dentro del área agropecuaria, se manifiesta por el aporte de los autores que confían en el proyecto editorial de Rev. AIA. Así, tenemos dentro de esa pluralidad: análisis de la sustentabilidad dentro de un marco normativo hasta aplicaciones de este tipo de enfoque, al considerar el control biológico en forma de consorcios biológicos para el control de plagas; también, con esta visión se aborda el estudio descriptivo de los peces, ya que la determinación de características poblaciones permitirán un mejor aprovechamiento de este recurso acuícola.

Asimismo, el artículo sobre el tema de la avicultura familiar muestra la importancia de la generación de alimentos, que conlleva a la soberanía alimentaria; máxime en un país como el nuestro, en donde campean factores altamente desfavorables, como: pobreza, desigualdad, obesidad, desnutrición, marginación, entre otros muchos; este tipo de estudios sobre avicultura familiar, permiten incentivar no sólo el conocimiento de la temática, sino inducir a la libertad alimentaria.

Sin duda, la aportación básica sobre el muestreo de pastos y forrajes —a través del artículo invitado— es una gran contribución para el área, pues indica conceptos que permiten fortalecer el conocimiento de los jóvenes en este tema; pero que también para aquellos experimentados permitirá la reflexión, esperando que ello motive el interés por la escritura y aporte para su difusión en nuestras revistas del medio.

Por otro lado, la combinación de autores de diversas latitudes e instituciones diferentes a la Universidad de Colima, demuestran la solidez y confianza para su publicación en

Rev. AIA; ya que no sólo autores nacionales del sector privado aportan materiales, sino de instituciones públicas como la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Colegio de Posgraduados (COLPOS), la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), entre otras.

Todas ellas, de México, aportan sus trabajos para ser difundidos a través de nuestra revista; también los hay de organismos internacionales, como el Instituto de Ciencia Animal (ICA), de Cuba; o la Universidad Nacional de Luján (UNL); la Universidad Nacional Tecnológica (UNT) y la Universidad de Buenos Aires (UBA), todas ellas de Argentina; cuyos colaboradores favorecen el desarrollo de este proyecto editorial, como lo han hecho el resto de autores que han publicado sus materiales a lo largo de estos once años.

En suma: no nos cansaremos de agradecer el apoyo de todos y cada uno de aquellos que desde su trinchera promueven, favorecen, incrementan, hacen posible la edición de *Avances en Investigación Agropecuaria*; pues muestran, ante todo, un loable compromiso ético y humanista con la ciencia de nuestros países (que mucha falta hace en estos momentos de crisis de diferente índole), para comprometerse e impulsar este tipo de propuesta.

José Manuel Palma García
Director, Rev. AIA

Algunos aspectos que pueden influir en el rigor y veracidad del muestreo de pastos y forrajes[■]

Some factors affecting the rigour and veracity
of pastures and forages sampling

Rafael S. Herrera García

Instituto de Ciencia Animal (ICA)
Apartado 24, San José de las Lajas
Mayabeque, Cuba.
Correspondencia: rherrera@ica.co.cu
■Artículo invitado

Resumen

Para lograr la representatividad de la población de pasto, es preciso conocer los factores que pueden influir en el muestreo. El presente artículo tiene como objetivo informar los resultados obtenidos en Cuba, relacionados con la toma y procesamiento de la muestra y su influencia en los indicadores morfo-fisiológico e indicadores de la calidad del pasto. Los principales aspectos tratados están relacionados con: el horario de muestreo; tamaño de la muestra; conservación de muestra; tiempo de procesamiento; traslado al laboratorio; número de técnicos que laboran y secado, molinado y almacenado de la muestra. Se ofrecen los argumentos para minimizar los errores durante la toma y procesamiento de la muestra.

Palabras clave

Toma y procesamiento de muestra, rigor, precisión, indicadores morfo-fisiológicos y de calidad.

Abstract

To improve the quality of population representation it is necessary to know the factors that affect the sampling. The objective of this study is to share the results associated to sample collection and processing and its influence on pasture morphological and quality indicators. The main factors studied were: time of sampling, sample size, sample conservation, processing time, time spent moving the sample to the laboratory, number of technicians; and drying, grounding and storing of the sample. The aspects involved in minimizing errors through sampling and processing are exposed.

Keywords

Sample collection and processing, precision, morphophysiological and quality indicators.

Introducción

Los pastos y forrajes constituyen la principal fuente de alimentación para el ganado vacuno y las razones que lo justifican están determinadas por: posibilidad de cultivarlos todo el año; cuando son manejados correctamente producen altos rendimientos de aceptable calidad; posibilidad de emplear más de una variedad en un sistema de explotación; contribuyen a la conservación del suelo; no deterioran el medio ambiente; su cultivo y utilización resultan económicamente viables y no compiten como fuente de alimento para otras especies y, en especial, con el hombre.

El conocimiento de las características morfo-fisiológicas del pasto permite decidir el manejo apropiado a que debe ser sometido, para obtener altos rendimientos y longevidad de la plantación; mientras que el dominio de su composición química facilitaría confeccionar la dieta y cubrir los requerimientos nutricionales del animal.

A pesar de lo antes mencionado, en la actualidad no se dispone de un método rápido, preciso y sencillo para el muestreo y procesamiento de la muestra de pasto. Esto responde a la variabilidad de la muestra debido a: especie de pasto; manejo a que es sometido; influencia de las condiciones climáticas y de suelo; horario y forma de tomar la muestra; procesamiento y tiempo dedicado a ello; sistemas y tiempo de conservación y, número y preparación técnica de las personas que intervienen en el muestreo, entre otras causas.

Esto ha influido en que los resultados obtenidos no se puedan comparar, en muchos casos, debido a las diferentes metodologías y sistemas utilizados para la toma y procesamiento de la muestra. Por ello, a partir de la década del 70 del siglo XX, se han desarrollado investigaciones para solucionar estas dificultades.

Al considerar estos elementos, el objetivo del presente documento es informar sobre los trabajos realizados en Cuba relacionados con la toma y procesamiento de la muestra de pasto y su influencia en los indicadores morfo-fisiológicos y composición química.

Número de muestras

Antes de comenzar cualquier investigación en parcelas experimentales, áreas forrajeras o de pastoreo y en condiciones de producción comercial, es preciso recorrer el área para conocer sus características y el estado de la población que se desea muestrear.

Esto determina la selección del sistema y del método de muestreo a emplear, ya que cada condición particular requiere un método de muestreo específico (Senra y Venero, 1986), determinado por la variabilidad de la población que se desea estudiar y por el grado de precisión en las inferencias o estimaciones a realizar (Torres, 2005). De esta forma, se contribuye a que el resultado del muestreo sea representativo de la población muestreada.

El elemento clave para la obtención de resultados representativos de la población muestreada es el número de muestras a tomar; ya que se debe minimizar el error mediante la compatibilización de lo que estadísticamente se recomienda con lo que realmente se pueda hacer, al considerar: número y tamaño de la muestra, área a muestrear y número de personas que intervienen en el muestreo, entre otros aspectos.

Para conocer el comportamiento morfo-fisiológico y de calidad de *Cynodon nlemfuensis* en diferentes sistemas de pastoreo, del Pozo (1998) inició sus estudios determinando el número de muestras necesarias para que el resultado final fuera representativo de la población.

Esta misma investigación la realizaron Fortes *et al.* (2007) para establecer el crecimiento y desarrollo de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 empleado como banco de biomasa en pastoreo (cuadro 1); así como Sardiñas *et al.* (2008), quienes lo condujeron para caracterizar biológicamente a *Sporobolus indicus* L. R. Br, en un pastizal de *Panicum maximum* vc. Likoni. Es de señalar que cada uno de estos autores tomó un grupo de indicadores comunes y otros específicos, de acuerdo con los objetivos de cada investigación.

Cuadro 1
Determinación del número de muestras en *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 empleado como banco de biomasa en pastoreo.

Estadísticos	Número de muestra		
	10	15	30
	Perímetro de la macolla, cm		
Media	127.50	131.00	129.47
Varianza	186.25	247.33	232.25
Desviación típica	13.65	15.73	15.24
Error estándar, \pm	1.36	1.05	0.51
Coef. Variación, %	10.70	12.00	11.77
	Altura, cm		
Media	162.10	151.73	146.60
Varianza	429.49	195.29	298.31
Desviación típica	20.72	13.97	17.27
Error estándar, \pm	2.07	0.93	0.58
Coef. Variación, %	12.78	9.21	11.78
	Rendimiento, kg/macolla		
Media	0.81	0.71	0.63
Varianza	0.15	0.062	0.051
Desviación típica	0.39	0.25	0.22
Error estándar, \pm	0.039	0.017	0.007
Coef. Variación, %	47.97	35.32	35.61

Fuente: adaptado de Fortes *et al.* (2007).

Con posterioridad, Herrera *et al.* (a,b) emplearon similar metodología, pero en áreas forrajeras de CT-115. Primero, determinaron la distancia que era necesaria muestrear (cuadro 2); y, dentro de ella, el número de macollas (cuadro 3) que representa el comportamiento de la población con relación a los indicadores, como: la altura, contenido de hojas y tallos, valor de la materia seca, población y rendimiento, entre otros.

Estos autores recomendaron que es necesario muestrear no menos de cinco metros lineales, ya que fue donde menor coeficiente de variación se obtuvo; y, dentro de estos cinco metros, son suficientes cinco macollas tomadas al azar, ya que el coeficiente de variación y la desviación estándar se estabiliza a partir de ese valor.

En ninguno de los estudios referidos coincidió el número de muestras requerido para representar la población muestreada. Lo anterior estuvo determinado por: el tipo de pasto empleado, su hábito de crecimiento, el manejo a que fueron sometidos, las condiciones climáticas imperantes en el momento de la investigación y a los diferentes tipos de suelos donde crecieron los pastos, entre otros factores.

Estos resultados reafirmaron lo señalado por Herrera (2005) sobre la necesidad de determinar, en cada caso específico, el número de muestras necesarias para reflejar con precisión y rigor el comportamiento de la población muestreada.

Cuadro 2
Influencia de la distancia de muestreo en el rendimiento
de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115.

Distancia, m	Media, kg	Varianza	DS	CV, %	Rango	
					Mínimo	Máximo
Período lluvioso						
1	0.39	0.02	0.14	37.44	0.20	0.62
2	0.92	0.04	0.20	21.40	0.59	1.20
3	0.93	0.04	0.20	21.76	0.57	1.25
4	1.13	0.05	0.22	19.10	0.76	1.59
5	2.01	0.13	0.36	18.04	1.47	2.75
Período poco lluvioso						
1	0.33	0.03	0.16	49.69	0.14	0.63
2	0.52	0.02	0.16	30.26	0.24	0.83
3	0.70	0.01	0.11	16.31	0.55	0.92
4	1.35	0.04	0.19	14.49	0.98	1.67
5	1.43	0.31	0.18	12.35	1.17	1.69

Fuente: adaptado de Herrera *et al.* (2013 a,b).

Cuadro 3
Número de macollas a muestrear en cinco metros
de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115.

Macollas, #	MV, kg		MS, kg		Hojas, %	
	CV, %	DE	CV, %	DE	CV, %	DE
2	68.9	7.86	65.2	6.92	47.9	4.9
3	59.8	5.44	56.1	4.36	35.2	3.7
4	45.3	4.48	31.9	2.41	23.4	2.5
5	20.9	2.31	10.7	1.20	11.6	1.4
8	20.7	2.25	10.2	1.18	11.4	1.2
11	20.5	2.20	10.1	1.17	11.0	1.0

Fuente: adaptado de Herrera *et al.* (2013 a,b).

Horario de muestreo

De todos es conocida la variabilidad de los factores climáticos (temperatura, luz, humedad, evaporación y velocidad del viento, entre otros) a través del día. Ante esta situación, se estudió el comportamiento de algunos indicadores agronómicos y de calidad de *Cynodon dactylon* vc. Coast cross 1, cuando se muestreaba en distintas horas del día; así, Hernández y Herrera (1985) encontraron que los mayores ($P < 0.01$) rendimientos se hallaron en las primeras horas de la mañana del período poco lluvioso; mientras que en el lluvioso esa variabilidad no fue significativa (cuadro 4); aunque, en ambos casos, los menores valores se registraron en el atardecer y altas horas de la noche.

Cuadro 4
Variaciones del rendimiento a través del día.

Período	Hora del día							EE ±
	8	12	16	20	24	4	8	
	Materia verde, t/ha							
Poco lluvioso	13.3 ^a	10.7 ^{ab}	7.7 ^{bc}	6.0 ^c	9.3 ^{bc}	8.0 ^{bc}	7.7 ^{bc}	1.0 ^{**}
Lluvioso	12.7	13.7	11.5	10.0	11.0	10.3	9.2	1.8
	Materia seca, t/ha							
Poco lluvioso	2.9 ^{ab}	3.1 ^a	2.4 ^{abc}	1.9 ^c	2.6 ^{abc}	2.2 ^{bc}	2.0 ^{bc}	0.3 ^{**}
Lluvioso	3.6	4.8	3.9	3.3	3.4	2.9	2.6	0.6

^{abc} Valores con letras no comunes por fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955). ^{**} $P < 0.01$.

Fuente: adaptado de Hernández y Herrera (1985).

Cuando estos autores estudiaron la composición química, encontraron que en ambos periodos estacionales el tenor de proteína bruta varió ($P < 0.001$) con el horario de muestreo y los mayores valores se registraron en el horario nocturno; el mayor contenido ($P < 0.001$) de carbohidratos solubles totales se alcanzó a las 20:00 horas, en el período lluvioso; mientras que en el poco lluvioso se obtuvo a las 16 horas. La digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica mostró comportamiento variable al igual que la lignina (cuadro 5).

Cuadro 5
Variaciones de la composición química y digestibilidad a través del día.

Período	Hora del día							EE \pm
	8	12	16	20	24	4	8	
	Proteína bruta, %							
Poco lluvioso	10.9 ^{abc}	9.6 ^d	9.9 ^{cd}	11.3 ^{ab}	10.4 ^{bcd}	11.7 ^a	9.7 ^{cd}	0.3 ^{***}
Lluvioso	6.6 ^b	7.5 ^a	7.3 ^{ab}	7.4 ^a	7.7 ^a	7.2 ^{ab}	7.4 ^a	0.2 ^{***}
	Carbohidratos solubles totales, %							
Poco lluvioso	8.1 ^c	8.4 ^c	13.0 ^a	9.9 ^b	8.1 ^c	5.8 ^d	7.3 ^c	0.4 ^{***}
Lluvioso	4.9 ^e	7.3 ^{bc}	8.5 ^b	10.0 ^a	6.7 ^{cd}	5.6 ^{de}	5.1 ^e	0.4 ^{***}
	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica, %							
Poco lluvioso	56.0 ^d	58.3 ^c	58.8 ^c	60.9 ^a	60.1 ^{ab}	58.9 ^{bc}	56.8 ^d	0.4 ^{***}
Lluvioso	52.3 ^c	53.3 ^{bc}	54.1 ^{ab}	54.1 ^{ab}	54.5 ^a	52.9 ^c	53.9 ^{abc}	0.3 ^{***}
	Lignina, %							
Poco lluvioso	6.9 ^a	6.7 ^{ab}	5.8 ^c	5.8 ^c	6.7 ^{ab}	6.2 ^{bc}	6.6 ^{ab}	0.2 ^{***}
Lluvioso	6.6 ^b	7.3 ^a	6.7 ^b	6.6 ^b	6.4 ^b	6.8 ^{ab}	6.6 ^b	0.2 ^{***}

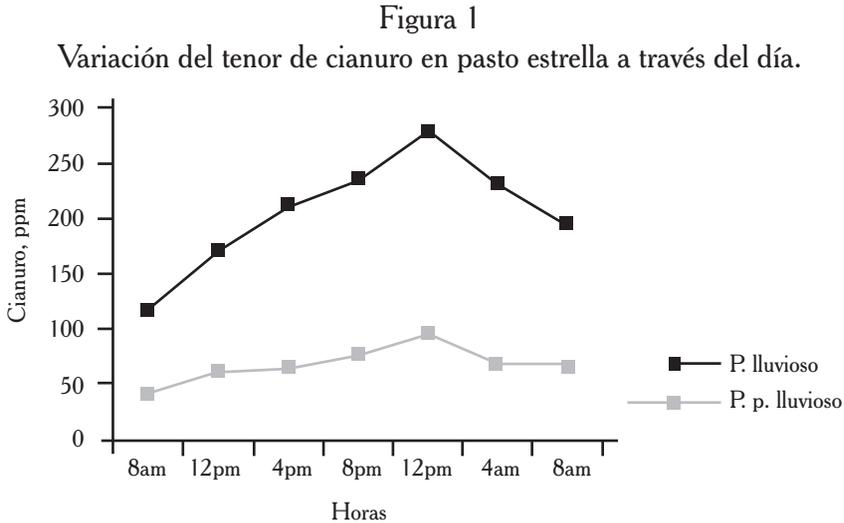
abcde Valores con letras no comunes por fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955). *** $P < 0.001$.

Fuente: adaptado de Hernández y Herrera (1985).

Álvarez *et al.* (2013) señalaron la marcada influencia de la temperatura y las precipitaciones en el rendimiento de clones de *Pennisetum purpureum*; Ramírez *et al.* (2011) establecieron, mediante ecuaciones de regresión múltiple, la relación que existe entre el rendimiento e indicadores de la calidad del pasto con los factores climáticos.

Por su parte, Herrera y Ramos (2006) informaron que en variedades de *Pennisetum purpureum* el número de días con temperatura máxima menor de 27°C, número de días con temperatura mínima menor de 15°C, número de días con precipitaciones, número de días con radiación solar menor de 360 cal/cm²/d y la evapo-transpiración potencial, influyeron marcadamente en el rendimiento y calidad de las referidas variedades; aspectos éstos que reafirman el comportamiento aquí encontrado.

El contenido de cianuro no se considera un análisis de rutina en los laboratorios; pero por su importancia, cuando se emplean especies cianogénicas en la alimentación animal, se estudió su variación a través del día en *Cynodon nlemfuensis* (Aguilera *et al.*, 1986). Los mayores contenidos se registraron en el horario nocturno y durante el período lluvioso se mostró superioridad comparado con el poco lluvioso (figura 1).



Fuente: adaptado de Aguilera *et al.* (1986).

Estos resultados evidenciaron el efecto que ejercen los factores climáticos en el metabolismo vegetal, ya que ellos influyen en la fotosíntesis, respiración, síntesis de sustancias, movilidad y transformación de metabolitos, y balance hídrico, entre otros factores.

Es preciso considerar que en estas investigaciones todos los factores experimentales se mantuvieron constantes y sólo hubo variación de los componentes del clima.

Si se considera que durante la mañana se puede producir acumulación del rocío y de la humedad en el pasto, que en horas avanzadas existe pérdida de agua endógena y que ocurran reacciones químicas con mayor velocidad estimulada por el aumento de la temperatura ambiental, se sugiere no realizar la toma de muestra antes de las ocho ni después de las 12 horas, para evitar los aspectos antes señalados.

Tamaño de la muestra

Un aspecto de vital importancia es el tamaño de la muestra, tanto desde el punto de vista del trabajo en el campo como en el laboratorio. Estos dos puntos se deben tener en cuenta para garantizar la representatividad de la población muestreada y evitar que se puedan introducir errores por el volumen de muestra, tiempo para su procesamiento, recursos humanos necesarios y disponibilidad de recursos materiales, entre otros factores.

Martínez *et al.* (1989) no encontraron diferencias en el porcentaje de materia seca al evaluar distintos pesos de muestras de *Pennisetum purpureum* vc. Taiwán A-144 (cuadro

6). Además, argumentaron que el troceado de la muestra no mostró efecto positivo en el tiempo necesitado para su deshidratación.

Cuadro 6

Variación del porcentaje de materia seca con relación al peso de la muestra.

Peso, g	Materia seca, %
<100	22.4
101-200	20.6
201-300	19.4
301-400	20.6
401-500	19.9
501-600	21.8
EE \pm	0.8

Fuente: adaptado de Martínez *et al.* (1989).

Por otro lado, del Pozo *et al.* (1999a) sugirieron emplear 200g de muestra al estudiar los indicadores morfológicos de *Cynodon nlemfuensis*, determinado por la reproducibilidad y repetibilidad de los resultados, sin influir en su composición química.

Fortes *et al.* (2007) determinaron que 15 macollas, con un peso aproximado de 0.71 gMS, fueron suficientes para estudiar el comportamiento morfo-fisiológico y de la calidad de *P. purpureum* vc. Cuba CT-115 en pastoreo; en esta misma variedad, pero destinada a la producción de forraje, Herrera *et al.* (2013a,b) establecieron que cinco macollas en cinco metros lineales, con un peso no menor de 1kg MS, son suficientes para estudios precisos de los indicadores agronómicos; y Sardiñas *et al.* (2008) establecieron que 42 muestras de 200g eran suficientes para caracterizar biológicamente a *Sporobolus indicus* (L) R. Br.

Estos resultados indicaron que en dependencia del objetivo del estudio y de la especie de pasto, hubo variación en el tamaño de la muestra requerida para representar la población muestreada, lo que pudo estar determinado por las características específicas de cada pasto. Además, es preciso considerar el tiempo dedicado para la toma y procesamiento de la muestra, así como el número de personas involucradas en dichos procesos, con el fin de que estos factores no alteren el resultado final del indicador medido.

Conservación de la muestra

Otro aspecto vital en la obtención de resultados precisos es la conservación de la muestra, a partir del instante en que se toma en el campo; ya que, a partir de dicho momento comienzan a desencadenarse procesos biológicos, como la pérdida de agua endógena, y continúan las reacciones enzimáticas en distintas vías metabólicas. Esto contribuye a que ciertas medidas (como el largo, ancho y marchitez de las hojas) se alteren; así como su composición química, lo cual se incrementa en la medida que transcurre el tiempo.

Variados han sido los métodos y sistemas empleados para la conservación de la muestra, como los sobres de distintos materiales (papel, nailon), diferentes recipientes (frascos de cristal o plásticos) y neveras portátiles con hielo convencional o hielo seco.

Esto trae como consecuencia la necesidad de usar recursos materiales que pueden entorpecer las operaciones durante el muestreo, así como limitarían el tamaño y número de muestras a tomar; además de los gastos económicos necesarios para su empleo. Sin embargo, su objetivo fundamental es conservar la muestra intacta y sin variación.

Ante esta situación, Herrera (1974) informó que el contenido de carbohidratos solubles y proteína bruta disminuían, así como otros componentes químicos también sufrían alteración, cuando la muestra después de tomada se mantenía a temperatura ambiente (cuadro 7).

Sin embargo, cuando estudió el tiempo empleado para transportar la muestra al laboratorio determinó que, la muestra conservada en sobres de nailon, herméticamente cerrados y protegidos de los rayos del sol y de altas temperaturas, no sufre alteración durante un período de dos horas (cuadro 8).

Cuadro 7
Variación de los carbohidratos y proteína
con la temperatura de conservación de la muestra.

Temperatura	Carbohidratos solubles, %	Proteína bruta, %
Congelada	5.95 ^a	9.83 ^a
Ambiente	4.41 ^b	9.00 ^b
EE ±	0.15*	0.21*

^{ab} Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955). * $P < 0.05$.
Fuente: adaptado de Herrera (1974).

Cuadro 8
Fluctuaciones de los carbohidratos y proteína
con el tiempo de traslado de la muestra al laboratorio.

Tiempo, horas	Carbohidratos solubles, %	Proteína bruta, %
0	10.75 ^a	6.59a
2	10.02 ^a	5.93a
4	9.12 ^b	4.81b
EE ±	0.25*	0.19*

^{ab} Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955). * $P < 0.05$.
Fuente: adaptado de Herrera (1974).

Al estudiar el comportamiento del área foliar y el largo y ancho de las hojas del pasto estrella, del Pozo *et al.* (1998b) encontraron similar tendencia a lo informado con anterioridad, y lo atribuyeron a la pérdida de agua endógena del pasto.

Al tener en cuenta los resultados anteriores, se sugiere que la muestra se mantiene sin variaciones si se conserva en sobres de nailon, cerrados herméticamente, protegidos de los rayos solares y de altas temperaturas, y se traslada al laboratorio nunca después de dos horas de haber sido tomadas.

Tiempo y número de personas que intervienen en el procesamiento de la muestra

Las personas o técnicos que realizan los muestreos deben tener la preparación y la experiencia adecuada que permita obtener resultados con alto rigor y calidad científica. Sin embargo, es práctica frecuente emplear más de una persona, con el objetivo de disminuir el tiempo de procesamiento, sin tener en cuenta las diferencias de apreciación que pueden existir entre las personas.

Lo anterior quedó demostrado por del Pozo *et al.* (1998a) al señalar las variaciones que ocurren en el contenido de materia seca cuando ésta se cuantifica inmediatamente después de tomada la muestra o cierto tiempo después (cuadro 9). Dicho incremento está determinado por la pérdida de agua endógena de la muestra.

Cuadro 9
Variación del porcentaje de materia seca,
de acuerdo con el tiempo de procesamiento.

Tiempo de procesamiento, h	Materia seca, %			
	Planta íntegra	Hojas	Tallos	Material muerto
0	29.9 ^a	27.5 ^a	29.6	31.2 ^a
2	32.1 ^b	32.3 ^b	30.8	36.8 ^b
4	32.4 ^b	33.0 ^b	30.4	37.0 ^b
6	34.8 ^c	38.6 ^c	29.3	37.5 ^b
8	38.2 ^d	39.1 ^c	30.7	51.3 ^c
EE ±	0.4***	0.4***	0.6	0.5***

abcd¹Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955). *** $P < 0.001$.

Fuente: adaptado de del Pozo *et al.* (1998a).

Como es lógico esperar, al aumentar el número de técnicos, se disminuye el tiempo de procesamiento de la muestra; por lo que Fortes *et al.* (2007) señalaron que un técnico puede demorar de 90 a 280 minutos (cuadro 10) en el procesamiento de 10 y 30 muestras, respectivamente; pero argumentaron que tiempos tan prolongados pueden ocasionar variabilidad en el resultado, debido al posible cansancio del técnico y a los cambios intrínsecos que sufre la muestra.

Por otro lado, del Pozo *et al.* (1998a) aseguraron que cuando interviene más de un técnico en el procesamiento de la muestra, se reduce el tiempo invertido en ello, pero aumenta la variabilidad en el indicador determinado; de forma tal que, cuando cuatro personas determinan –en la misma muestra un indicador– la variabilidad puede ser superior al 40%; mientras que, en el caso de dos técnicos, la mayor variabilidad fue de 25% (cuadro 11). Las razones para esta fuente de variación fueron explicadas con anterioridad.

Cuadro 10.

Tiempo dedicado por un técnico en el procesamiento de la muestra.

Muestras, número	Tiempo, minutos
10	90
15	135
30	280

Fuente: adaptado de Fortes *et al.* (2007).

Cuadro 11

Influencia del número de técnicos que intervienen en el procesamiento de la muestra.

Número de técnicos	Tiempo, minutos	Coeficiente de variación, %		
		Hojas	Tallos	Material muerto
2	20.3	9.9	18.6	25.8
3	14.5	19.6	36.2	32.8
4	12.8	38.4	41.3	38.2

Fuente: adaptado de del Pozo *et al.* (1998a).

Por las razones antes expuestas, se sugiere utilizar el número mínimo indispensable de técnicos para realizar el procesamiento de la muestra; y, de ser posible, que la misma persona siempre cuantifique el mismo indicador.

Secado de la muestra

Un aspecto muy discutido, por su importancia, es la temperatura y el procedimiento que se debe seguir para secar la muestra; ya que se pueden producir alteraciones en la muestra en dependencia del procedimiento empleado. Por ello, varias han sido las metodologías empleadas que varían desde el secado al sol o a la sombra, hasta con diferentes temperaturas; así como los equipos utilizados que han variado, desde estufas por convección y las de flujo de aire forzado. La liofilización no es empleada, debido a: el tiempo requerido para el secado, el costo de equipo y su baja capacidad de procesar muestra; aunque es el método de mayor precisión.

Martínez *et al.* (1989) estudiaron la influencia de diferentes regímenes de secado en el contenido de materia seca del pasto. Los mayores valores siempre se obtuvieron cuando la muestra se secó al sol. Sin embargo, en la medida en que se incrementó la temperatura, la materia seca disminuyó; lo cual pudo estar determinado por la volatilización de ciertas sustancias. Además, cada temperatura demoró un tiempo específico para alcanzar el peso constante (cuadro 12).

Con anterioridad, Herrera y Hernández (1987) habían realizado un estudio similar, pero relacionado con la composición química del pasto; y, además, incluyeron el secado por choque térmico (una hora a 100°C y después a 60°C hasta peso constante) y la liofilización (cuadro 13).

Estos autores señalaron que bajas temperaturas aumentan el tiempo requerido para el secado, así como pueden ocasionar reacciones internas; mientras que, altas temperaturas reducen el tiempo, pero pueden causar pérdida por volatilización y transformación de sustancias.

Cuadro 12
Influencia del tiempo y la temperatura en el secado de la muestra.

Temperatura, °C	Horas					EE ±
	24	48	72	96	120	
Al sol	79.8 ^a	61.0 ^b	50.3 ^c	39.0 ^d	32.9 ^e	0.9***
60	43.4 ^a	26.1 ^b	21.4 ^c	21.4 ^c	21.4 ^c	0.8***
80	33.5 ^a	22.0 ^b	20.9 ^b	21.3 ^b	20.9 ^b	0.9***
100	22.2 ^a	20.5 ^b	20.2 ^b	20.2 ^b	20.2 ^b	0.6***

abcde Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955). *** $P < 0.001$.

Fuente: adaptado de Martínez *et al.* (1989).

Cuadro 13
Influencia de la temperatura y método de secado
en la composición química del pasto.

Indicador, %	Liofilizado	Al aire	Temperatura, °C				EE ±
			60	80	100	100+60 ¹	
Contenido celular	27.6 ^a	26.7 ^b	26.6 ^b	26.1 ^b	25.2 ^c	27.8 ^a	0.2*
Carbohidratos solubles	6.1 ^a	3.9 ^b	2.5 ^c	4.4 ^b	4.7 ^b	5.9 ^a	0.3**
Proteína bruta	11.1 ^a	9.4 ^{cd}	10.8 ^b	9.8 ^c	9.1 ^d	11.2 ^a	0.1***
Pared celular	72.3 ^b	73.3 ^{ab}	73.4 ^{ab}	72.8 ^a	74.9 ^a	72.2 ^b	0.4*
Lignina	5.9 ^b	6.1 ^b	6.0 ^b	6.9 ^a	6.2 ^b	5.7 ^b	0.2***
Celulosa	27.3	27.5	27.2	27.6	28.3	27.1	0.3
Hemicelulosa	38.3 ^b	38.7 ^b	39.8 ^a	37.9 ^b	39.6 ^a	38.7 ^b	0.2*
Digestibilidad ²	62.3 ^a	61.4 ^b	61.6 ^{ab}	60.4 ^c	60.5 ^c	62.2 ^a	0.2**

¹Choque térmico, una hora a 100°C y después a 60°C, hasta peso constante.

²Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

^{abcd}Valores con letras no comunes por fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

* $P < 0.05$. ** $P < 0.01$. *** $P < 0.001$.

Fuente: adaptado de Herrera y Hernández (1987).

Estos resultados evidenciaron que el choque térmico fue el mejor tratamiento, ya que ninguno de los indicadores difirió del liofilizado, determinado por el hecho de que la alta temperatura inicial durante corto período de tiempo inhibió la actividad enzimática e impidió la transformación de las sustancias. Además, este es un tratamiento que no es difícil de organizar en el laboratorio, por lo que se recomienda este método de secado.

Molinado de la muestra

Desde el punto de vista teórico, el tamaño de la partícula es fundamental en el análisis químico; ya que a menor tamaño, mayor es la capacidad humectante y mayor es la acción de los reactivos químicos sobre las partículas.

En la literatura científica nacional consultada, no se encontraron artículos relacionados con este tema. Sin embargo, se ha adoptado como práctica general –en todos los laboratorios dedicados al análisis químico de los pastos– emplear tamaño de partícula de 1 mm, mediante el molino adecuado o empleando un tamiz de material inerte, que permita obtener el referido tamaño de partícula.

Almacenado de la muestra

Por lo general, los laboratorios tienen necesidad de almacenar las muestras en espera de realizar su análisis químico. Sin embargo, no existe una metodología uniforme para ello y se emplean los más variados materiales (sobres de papel o de nailon, frascos plásticos y de cristal) almacenados en disímiles condiciones, que varían: desde baja o nula capacidad de almacenamiento en frío, hasta almacenaje a temperatura ambiente.

Ante esta situación, Herrera y Hernández (1987) condujeron un estudio para determinar la influencia del sistema y tiempo de almacenaje en la composición química del pasto. El tenor proteico disminuyó a partir de los 120 días, cuando se utilizó el almacenaje en frascos de cristal a temperatura ambiente; esta disminución fue la más marcada (a los 60 días), cuando se empleó el sobre de nailon o el de papel a temperatura ambiente. Esta situación es aún más crítica en la digestibilidad, pues la alteración comienza a partir de los 60 días; mientras que en la pared celular esa variación comienza a partir de los 120 días, con excepción del almacenado en sobre de papel a temperatura ambiente (cuadro 14).

La muestra de pasto seca y molida tiene la característica de absorber agua y esto propicia que se convierta en sustrato para el crecimiento de diferentes microorganismos que se encuentran en el ambiente y se desarrollan en estas condiciones; sobre todo, si los recipientes son los sobres de papel o de nailon y si el frasco de cristal no está herméticamente cerrado. Estos microorganismos consumen las sustancias nutritivas de este medio de cultivo; pero, además, pueden excretar al medio las sustancias producidas por ellos y, como resultado final, la composición química de la muestra varía.

Por todo lo expuesto, y al considerar que todos los indicadores químicos no tienen el mismo comportamiento frente al sistema de almacenado, se sugiere que las muestras se almacenen en frasco de cristal con cierre hermético por un lapso de tiempo no mayor de 120 días.

La muestra en el laboratorio

La muestra que se tome en el campo tiene dos objetivos fundamentales relacionados con el conocimiento del comportamiento de los indicadores agronómicos y de la composición química. Sin embargo, resulta importante también, que el trabajo en el laboratorio se realice con todo rigor y calidad.

Reyes (1990) realizó un estudio para establecer los factores que influyen en el resultado obtenido, al analizar la composición química de pasto. Se partió del principio de preparar una muestra estándar de pasto, realizar los análisis mediante el sistema de fraccionamiento de Weende, y efectuar el análisis químico en un tiempo determinado; con el objetivo de evitar variaciones en los resultados.

Cuadro 14
Efecto del tiempo y el almacenado
en algunos indicadores de la composición química del pasto.

Tratamientos	Días					EE ±
	0	60	120	240	360	
	Proteína bruta, %					
Cristal frío	22.1 ^a	22.1 ^a	21.7 ^a	18.7 ^b	16.4 ^c	0.4 ^{**}
Cristal ambiente	22.1 ^a	22.1 ^a	21.0 ^b	18.3 ^c	15.3 ^d	0.3 ^{**}
Nailon ambiente	22.1 ^a	21.0 ^b	19.9 ^c	17.8 ^d	14.6 ^e	0.3 ^{**}
Papel ambiente	22.1 ^a	20.2 ^b	18.1 ^c	16.4 ^d	12.7 ^e	0.4 ^{**}
	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica, %					
Cristal frío	62.5 ^a	60.3 ^a	45.9 ^b	33.1 ^c	-	1.5 ^{***}
Cristal ambiente	62.5 ^a	59.9 ^a	43.9 ^b	30.3 ^c	-	1.4 ^{***}
Nailon ambiente	62.5 ^a	57.3 ^b	41.8 ^c	29.9 ^d	-	1.2 ^{***}
Papel ambiente	62.5 ^a	55.7 ^b	39.1 ^c	27.2 ^d	-	1.6 ^{***}
	Pared celular, %					
Cristal frío	76.7 ^a	76.2 ^a	75.6 ^a	75.8 ^a	73.2 ^b	0.5 [*]
Cristal ambiente	76.7 ^a	75.2 ^a	75.1 ^a	73.8 ^b	73.4 ^b	0.4 [*]
Nailon ambiente	76.7 ^a	76.5 ^a	74.9 ^{a^b}	73.5 ^b	73.2 ^b	0.6 [*]
Papel ambiente	76.7 ^a	76.9 ^a	74.8 ^b	72.7 ^c	71.3 ^c	0.5 [*]

^{abcde} Valores con letras no comunes por fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

* $P < 0.05$. ** $P < 0.01$. *** $P < 0.001$.

Fuente: adaptado de Herrera y Hernández (1987).

Se compararon dos laboratorios acreditados en el extranjero (Hungría y México) y uno de Cuba, no acreditado. Los resultados evidenciaron que entre los laboratorios acreditados la variabilidad fue mínima y ésta aumentó al compararla con el laboratorio cubano no acreditado (cuadro 15); ello, atribuible al equipamiento utilizado, la preparación técnica de los analistas y a las normas de control y procedimiento. De ahí la importancia de que todos los laboratorios estén plenamente acreditados.

Cuadro 15
Valores comparativos entre laboratorios.

Indicadores	Acreditado		No acreditado
	Hungría	México	Cuba
Materia seca, %	92.50	92.66	92.00
Fibra cruda, %	36.50	37.16	39.84
Proteína bruta, %	5.60	5.06	4.66
Cenizas, %	6.00	5.97	5.06

Fuente: adaptado de Reyes (1990).

Otro elemento estudiado fue la variabilidad del resultado analítico entre cuatro laboratorios en Cuba dedicados al análisis químico del pasto. Se evidenció que, a pesar de existir diferencia significativa ($P < 0.001$) en el porcentaje de proteína bruta, el laboratorio dos fue el mejor, debido a la menor varianza y menor amplitud del rango de valores (cuadro 16).

Cuadro 16
Variabilidad de la proteína bruta (%) entre laboratorios.

Laboratorio	Rango	Diferencia	Media, %	Varianza
1	5.07-6.03	0.96	5.60 ^c	0.060
2	5.06-5.31	0.25	5.18 ^d	0.009
3	6.26-7.17	0.91	6.56 ^a	0.080
4	5.86-6.45	0.59	6.09 ^b	0.040
ES±			0.01***	

abcd¹Valores con letras no comunes por fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955).

*** $P < 0.001$.

Fuente: adaptado de Reyes (1990).

A partir de los resultados anteriores, se tomó como referencia el laboratorio dos y se estudió la variabilidad entre cuatro técnicos que realizan el análisis químico. El técnico dos, registró el mejor valor determinado por la menor varianza y desviación estándar (cuadro 17); lo cual pudo estar determinado por su preparación y calidad del trabajo realizado.

Cuadro 17
Variabilidad del resultado entre cuatro técnicos.

Técnico	Materia seca,%	Varianza	DS
1	90.53 ^c	1.58	1.26
2	91.58 ^a	0.42	0.65
3	91.07 ^b	1.01	1.10
4	89.90 ^d	1.01	1.02
EE±	0.12***		

abcdValores con letras no comunes por fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan, 1955).
*** $P < 0.001$.

Fuente: adaptado de Reyes (1990).

Como el técnico dos resultó el mejor, se realizó un estudio del resultado que él obtenía en diferentes días, sin tener dominio del día que se estaba realizando la investigación ni de la muestra (por duplicado) que analizaba. Se encontró variación entre las muestras paralelas en los diferentes días y el mejor día que trabajó fue el sexto (cuadro 18), aunque el rango de valores fue estrecho (0.8-3.0).

De lo anterior, se concluyó que el estado anímico de la persona y las condiciones ambientales para desarrollar el trabajo determinan el desempeño que realiza.

Cuadro 18
Control del trabajo diario del técnico.

Días	Diferencia, unidad
1	3.0
2	1.5
3	1.7
4	2.0
5	2.2
6	0.8

Fuente: adaptado de Reyes (1990).

Con todos estos elementos se pudo establecer el error máximo permisible, expresado como la diferencia en unidades porcentuales entre muestras paralelas, para el laboratorio estudiado (cuadro 19).

Estos valores fueron específicos para cada marcha analítica realizada y señala que diferencias mayores a las señaladas no pueden ser aceptadas; y, como consecuencia, es preciso repetir el análisis.

Cuadro 19
Error permitido entre muestras paralelas.

Indicador	Unidades porcentuales
Materia seca	1.29
Fibra cruda	1.35
Proteína bruta	0.59
Cenizas	0.57
Digestibilidad ¹	1.34

¹Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

Fuente: adaptado de Reyes (1990).

Los resultados presentados en esta sección demostraron la necesidad de que los laboratorios dedicados al análisis químico de los pastos y forrajes estén acreditados y que dispongan del Sistema de Gestión de la Calidad; esto, con el objetivo de no incurrir en los errores señalados con anterioridad.

Conclusiones

En este artículo se presentaron los resultados más representativos recopilados de la literatura científica nacional, ya que la información contenida en ellos era amplia e incluía elevado número de indicadores. Sin embargo, su detallado análisis permite eliminar errores que con frecuencia se comenten en el muestreo y procesamiento de la muestra. Por ello, se recomienda lo siguiente:

La hora de tomar la muestra en el campo estará comprendida entre las 8 am y las 12am, asegurando que todas las operaciones se cumplan en ese lapso de tiempo, y que en muestreos sucesivos se realicen en el mismo horario.

El número de muestras a tomar estará en función del objetivo a estudiar, pero siempre se asegurará que sea representativa de la población muestreada, mediante su menor coeficiente de variación, varianza y desviación estándar.

Se tomará suficiente cantidad de muestra en el campo que asegure la rápida determinación de los indicadores; mientras que 200g son suficientes para su envío al laboratorio.

La muestra en el campo se envasará en sobres de nailon con cierre hermético, se protegerá de los rayos solares, de altas temperaturas y se mantendrá a la sombra. El tiempo de traslado al laboratorio no debe ser mayor de dos horas.

El procesamiento de la muestra en el laboratorio debe tener duración inferior a dos horas y no deben trabajar más de dos técnicos en ello.

La muestra se secará mediante choque térmico (una hora a 100°C y después a 60°C hasta peso constante) en estufa de circulación forzada de aire, se molerá a tamaño de partícula de un milímetro y se envasará en frasco de cristal con cierre hermético.

La muestra así envasada se almacenará a temperatura ambiente por un período de tiempo no mayor de 120 días; aunque para algunos indicadores el almacenamiento no puede ser superior a los 90 días.

En el laboratorio se crearán las condiciones mediante muestras estándar para controlar el trabajo de los técnicos y se laborará para implantar los Sistemas de Gestión de la Calidad y la acreditación.

Literatura citada

- Aguilera, J. M.; Herrera, R. S. y Ramos, N. (1986). Algunas consideraciones sobre el potencial cianogénico del pasto estrella. *Pastos y Forrajes*. 9:1-11.
- Álvarez, A.; Herrera, R. S.; Díaz, L. y Noda, A. (2013). Influence of rainfall and temperature on biomass production of *Pennisetum purpureum* clones. *Cuban J. Agric. Sci.* 47:413-417.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple f test. *Biometrics* 11:1.
- Del Pozo, P. P. (1998). *Estudio morfofisiológico del pasto estrella (Cynodon nlemfuensis) en diferentes sistemas de explotación*. Tesis doctoral. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. 110 pp.
- Del Pozo, P. P.; Herrera, R. S.; García, M.; Cruz, A. M.; Fraga, N. y Romero, A. (1998a). Estandarización del proceso de muestreo para el estudio morfofisiológico del crecimiento y desarrollo del pasto estrella. *Pastos y Forrajes*. 21:239-244.
- Del Pozo, P. P.; Herrera, R. S.; Álvarez, A.; García, M.; Cruz, A. M. y Romero, A. (1998b). Estimación del área foliar del pasto estrella a partir de mediciones lineales de sus hojas. *Cultivos Tropicales*. 19:23-27.
- Fortes, D.; Herrera, R. S.; Torres, V.; García, M.; Cruz, A. M.; Romero, A. y Noda, A. (2007). Determination of a sampling method for the morphophysiological study of grazing *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115. *Cuban J. Agric. Sci.* 41:359-362.
- Hernández, Y. y Herrera, R. S. (1985). Estudio del horario de muestreo en pastos y el procesamiento de la muestra en su composición química. *Seminario Científico XX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal*, octubre 5-8, La Habana, Cuba.
- Herrera, R. S. (1974). *Métodos para determinar carbohidratos solubles en pastos*. Mimeografía. Instituto de Ciencia Animal. 15 pp.
- Herrera, R. S. (2005). Fisiología, calidad y muestreos. En: *Pastos tropicales. Contribución a la Fisiología, establecimiento, producción de semillas y reciclaje de nutrientes*. Herrera, R. S.; Rodríguez, I. y Febles, G. (Eds.). EDICA. La Habana. p.1. CD-ROM.
- Herrera, R. S.; García, M.; Fortes, D.; Cruz, A. M. y Romero, A. (2013^a). Influence of sampling distance on the agronomical indicators of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115. *Cuban J. Agric. Sci.* 47:189-193.
- Herrera, R. S.; García, M.; Fortes, D.; Cruz, A. M. y Romero, A. (2013^b). Variability of the agronomic indicators of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 with the sampling distance. *Cuban J. Agric. Sci.* 47:295-299.
- Herrera, R. S. y Hernández, Y. (1987). Influencia del horario de muestreo, temperatura de secado y tiempo de almacenaje en la composición química del pasto. *Reunión Asociación Cubana de Producción Animal*, septiembre 6-9, Filiales Provinciales La Habana-C. de la Habana.
- Herrera, R. S. y Ramos, N. (2006). Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. En: *Pennisetum purpureum para la ganadería tropical*. Herrera, R. S.; Febles, G. y Crespo, G. (Eds.). EDICA, La Habana. 79 pp.
- Ramírez, J. L.; Herrera, R. S.; Leonard, I.; Cisneros, M.; Verdecia, D. y Álvarez, Y. (2011). Relation between climatic factors, yield and quality of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-169 in the Cauto Valley, Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.* 45:293-298.
- Martínez, J.; Ojeda, F.; Yepes, I. y Jacome, I. (1989). Forma de secado en la determinación de materia seca en el *Pennisetum purpureum* cv. Taiwán A-144. I. Por ciento de material seco. *Pastos y Forrajes*. 12:59-63.
- Reyes, Y. (1990). *Utilización del sistema de Weende en pastos y forrajes. Aseguramiento petrológico de los laboratorios*. Tesis doctoral. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 100 pp.

- Sardiñas, Y.; Herrera, R. S.; Torres, V.; Noda, A. y García, M. (2008). Homogeneity test and determination of the sample size to characterize *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (wiregrass) biologically in an agroecosystem of *Panicum maximum* vc. Likoni. *Cuban J. Agric. Sci.* 42:95-97.
- Senra, A. y Venereo, A. (1986). Métodos de muestreo. En: *Los pastos en Cuba*. Tomo I. Producción. Sistachs, M.; Crespo, G.; Febles, G.; Herrera, R. S. y Ruiz, T. (Eds.). EDICA. La Habana, Cuba. 648 pp.
- Torres, V. (2005). Métodos de muestreo en pastos. En: *Manual de pastos y forrajes*. Herrera, R. S. y Rodríguez, I. (Eds.). EDICA, La Habana, Cuba. CD-ROM.

Recibido: Marzo 13, 2014

Aceptado: Abril 28, 2014

Growth of the Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris* (Perciformes: Gerreidae) in Central Mexican Pacific

Crecimiento de la malacapa *Diapterus brevirostris* (Perciformes: Gerreidae) en el Pacífico centro mexicano

Manuel Gallardo-Cabello,¹ Elaine Espino-Barr,^{2*} Esther Guadalupe Cabral-Solís,² Arturo García-Boa² y Marcos Puente-Gómez²

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México
Av. Ciudad Universitaria 3000, Col. Copilco
México, D. F. (C. P. 04360).

² INAPESCA, CRIP-Manzanillo
Playa Ventanas s/n
Manzanillo, Colima (C.P. 28200).
Tel: (314) 332 3750

*Corresponding author: elespino@gmail.com

Abstract

Samples of Shortnose Mojarra *Diapterus brevirostris* were obtained from the commercial catch from April 2010 to July 2012, morphometric data of 394 individuals were registered. The growth study entailed two methods: length frequency analysis and study of sagittae and asterisci otoliths. Both methods identified six age groups. Growth parameters of von Bertalanffy's equation were determined by Ford-Walford and Gulland methods and by ELEFAN routine adjustment. Both methods gave the same results: $L_{\infty} = 48.61$ cm, $K = 0.135$, $t_0 = -0.696$. Mean size for each age was: age 1 = 9.97 cm, age 2 = 14.86 cm, age 3 = 19.13 cm, age 4 = 22.87 cm, age 5 = 26.12 cm and age 6 = 28.97 cm. The allometric index from the weight-length relationship was isometric and $b = 2.977$, the longevity was of 21.5 years. The growth ring is

Resumen

Se obtuvieron muestras y datos morfométricos de 394 individuos de la malacapa *Diapterus brevirostris*, de la captura comercial entre abril de 2010 y julio de 2012. El estudio del crecimiento se realizó por dos métodos: análisis de frecuencia de longitud y el estudio de los otolitos sagittae y asteriscus. Ambos métodos identificaron seis grupos de edad. Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy se determinaron con el método de Ford-Walford y Gulland y por rutina ELEFAN. Ambos métodos dieron los mismos resultados: $L_{\infty} = 48.61$ cm, $K = 0.135$, $t_0 = -0.696$. La longitud media para cada edad fue: edad 1 = 9.97 cm; edad 2 = 14.86 cm; edad 3 = 19.13 cm; edad 4 = 22.87 cm; edad 5 = 26.12 cm y edad 6 = 28.97 cm. El índice alométrico de la relación longitud-peso fue isométrico y $b =$

marked because of the metabolic changes in the fish together with its response to environmental factors. The use of the growth parameters obtained by different methods is a robust result in the use of fishery models.

Keywords

Otoliths, length frequency distribution, von Bertalanffy, growth equation, growth in weight, longevity.

2.977; la longevidad fue de 21.5 años. El anillo de crecimiento se marca por cambios en el metabolismo del pez, junto con su respuesta a los cambios ambientales. El uso de los parámetros de crecimiento obtenidos por diferentes métodos es un resultado robusto para la aplicación de modelos de pesquerías.

Palabras clave

Otolitos, distribución de frecuencia de longitud, von Bertalanffy, ecuación de crecimiento, crecimiento en peso, longevidad.

Introduction

Shortnose Mojarra *Diapterus brevisrostris* (Sauvage, 1879) used to be named Peruvian Mojarra *D. peruvianus* (Cuvier, 1830) (González-Acosta *et al.*, 2007). Its common name, Peruvian Mojarra has also been changed for Shortnose Mojarra (pers. com. Héctor Espinosa-Pérez). It is distributed in the Eastern Pacific from southern part of the Gulf of California to Peru. Its habitat is near shore on sandy bottoms. Juveniles penetrate brackish coastal lagoons. The species is mainly carnivorous; it consumes small benthonic invertebrates and fish, also small amounts of algae matter (Castro-Aguirre, 1978; Allen and Robertson, 1994; Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

This species is an important fishery resource, caught by gill nets and cast nets by artisanal fishers, although it is not the target species. During 2011 the production in México of this resource was 62 thousand tons; the fishery in the Pacific coast contributes with 62% of the total catch, and Colima registered 345 t (1% of the Pacific production according to SAGARPA, 2011). The price at the market is of \$30.00 Mexican pesos (\$2.30 US dollar, exchange rate in 2012).

Although the Shortnose Mojarra is a commercially important species, studies on its biology and population dynamics are limited; growth patterns were analyzed by geometric morphometrics by Vergara-Solana *et al.* (2013), weight-length relationships were reported by González-Acosta *et al.* (2004) and de la Cruz-Agüero *et al.* (2011). Age and growth studies of this species were only carried out by Cabrera-Peña *et al.* (1996) in Costa Rica coasts. Therefore, this investigation provides data on age and growth of *D. brevisrostris* in Mexico, analyzing length-frequency data and otoliths (for the first time). Also, the otolith asterisci analysis has never been done on this species. These results are important in terms of the fish community, ecology, and biology; also they can be used in fishery models and capture quotas that will help assess and manage the fishery resource (Espino-Barr *et al.*, 1998, 2013; Cabral-Solís *et al.*, 2010).

The aim of this paper was: 1) to analyze *Diapterus brevisrostris* length frequency histograms, 2) to determine time of growth ring formation in sagittae and asterisci, and analyze minima and maxima growth, 3) to calculate von Bertalanffy's growth constants parameters

by length frequency analysis data and ring identification in otoliths sagittae and asterisci, 4) to obtain the weight-length relationships (total and eviscerated weight), and asymptotic values of weight, 5) to estimate the longevity of *D. brevirostris*, and 6) to compare results obtained in the present study with those obtained by other authors in other places.

Materials and methods

From April 2010 to July 2012, individuals of *D. brevirostris* were obtained monthly from the commercial captures from Cuyutlán lagoon in Colima, México (19°00' to 19°02'N and 104°10' to 104°21'W) and in Tomatlán, Jalisco, Mexico (19°58' to 20°04'N and 105°26' to 105°32'W). Samples were identified using identification keys for the family (Castro-Aguirre, 1978; Bussing, 1995; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; González-Acosta *et al.*, 2007). Total length (TL, cm) and weight (TW, g) of 1,886 individuals were measured. Of these, 394 were transported to the fish laboratory of the Instituto Nacional de Pesca, where total (TL, cm), standard length (SL, cm), height or body depth (D, cm) measured at the base of the dorsal fin were taken, total (TW, g) and eviscerated weight (EW, g) were registered and sex was observed macroscopically for each specimen. These individuals were captured with gillnets of different sizes (2.5-3.5 inch), which resulted in the capture of a diversity of different length sizes and age groups.

To compare the relation and morphometric differences between males and females, a one way variance analysis (ANOVA) was carried out (Zar, 1996).

The length frequency distribution was analyzed with the ELEFAN program of the FISAT package (Gayanilo *et al.*, 1994; Sparre and Venema, 1995) to obtain the average length of corresponding to each age group. This method uses a goodness of fit index called R_n on a response surface, where the maximum value indicates the best combination of growth parameters.

The time of the growth ring formation was determined, observing whether the borders had slow or fast growth rings. In every case, otoliths were observed by transparency with transmitted light (Gallardo-Cabello *et al.*, in press); the hyaline (translucent) zone corresponds to the slow growth band and the opaque zone to the fast growth band, which is in contrast with reflected light (Blacker, 1974).

The average length of each growth ring determined by the analysis of the sagittae and asterisci otoliths by Gallardo-Cabello *et al.* (in press) was used to obtain the parameters of von Bertalanffy's (1938) growth equation. These observed values, translated to fish length were: for age 1 = 10.00 cm, age 2 = 15.00 cm, age 3 = 19.00cm, age 4 = 23.00 cm, age 5 = 26.00 cm and age 6 = 29.00 cm.

Von Bertalanffy's equation (1938) in the form of $L = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$, was used, where L = length, L_{∞} = asymptotic length, K = growth factor and t_0 = theoretic length at age 0. The parameters L_{∞} , K and t_0 of von Bertalanffy's (1938) equation were obtained with Ford's (1933), Walford's (1946) and Gulland's method (1964) and were adjusted by convergent iterations with Newton's algorithm in the solver program of Excel software (Microsoft, 1992). The lowest value of a sum of the squared error determined the best adjustment.

The function $W = a \cdot L^b$ was used, where W = weight, L = length, to obtain the weight-length relationship, and a t- student test indicated allometry (Zar, 1996). The same function was also used to describe TL vs SL and D relationships, where the regression coefficient or slope b tends to 1, describing an isometric growth with those variables.

Growth data for length- and weight-length relationships were used to obtain the weight at each age. Weight growth was obtained by substituting TL and L_∞ by TW and W_∞ , in the von Bertalanffy's equation (1938). Taylor's equation (1958, 1960) was used to calculate the age limit or longevity (95% of the L_∞): $A_{0.95} = \ln(1-0.95) / K + t_0$.

To compare the growth parameters of von Bertalanffy's equation obtained in this study with those from other authors, growth performance index or phi prima test was estimated (Pauly, 1979): $(\phi') \phi' = \log K + 2 \cdot \log L_\infty$.

Results

Sample. From April 2010 to July 2012, 394 organisms of Shortnose Mojarra *Diapterus brevisrostris* were sampled in the Cuyutlán Lagoon, Manzanillo, Colima (México). Most of these organisms were young individuals and their sex was undetermined (284 individuals); of the samples that could be sexed, 64 were females and 46 were males.

Biometric relationships. The maximum value of TL was 28.6 cm and the minimum was 9.1 cm, with a difference of 19.5 cm (Table 1). Total weight varied from 19.9. g to 362.6 g. Mode was higher than average, in the length cases, that is, in total (TL), standard (SL) and height (D) lengths of the body, implying a data distribution with positive asymmetric trend, also with more values higher than the mode. In the case of weight, the modes are lower than the averages.

Age validation. The sampled organisms were used to calculate values of each age (Gallardo-Cabello *et al.*, in press): for age 1 = 10.00 cm, age 2 = 15.00 cm, age 3 = 19.00cm, age 4 = 23.00 cm, age 5 = 26.00 cm and age 6 = 29.00 cm. These results are further analyzed in this study.

Table 1

Summary of size values of the measured variables from *Diapterus brevisrostris*.

	TL (cm)	SL (cm)	D (cm)	TW (g)	EW (g)
Average	14.8	10.6	5.5	46.1	42.0
Maximum	28.6	21.0	10.6	362.6	310.4
Minimum	9.1	4.7	3.8	19.9	18.5
Mode	15.0	11.0	6.0	34.6	32.7
SD	1.9	1.4	0.8	26.0	22.9
n	394				

TL = total length, SL=standard length, D=height or body depth, TW=total weight and EW=eviscerated weight.

Data of the relationships between length, maximum height and weight were highly significant, with $r^2 > 0.85$ ($P < 0.05$) (Table 2). There were no statistical difference between sexes with size data ($P < 0.05$), that is, between females and males ($F'_{0.05(2, 109) = 3.929} = 1.269$). The slopes of the relationships between lengths (TL and SL) were not statistically different to one, but the slopes of the relationships between Lt and maximum height (He) were statistically different to one, positive allometric. Those between TL and TW and EW were isometric, not different to three.

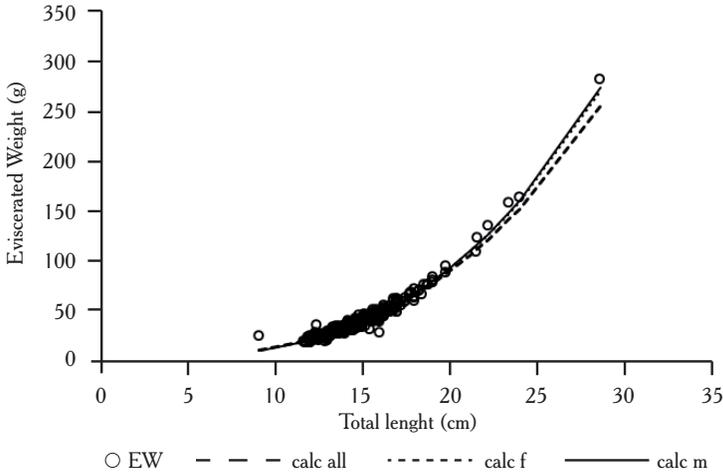
Table 2
Morphometric relationships of the variables from *Diapterus brevirostris*.

	Species	Females	Males
TL vs SL			
a	0.701	0.667	0.687
b	1.009	1.029	1.019
r^2	0.932	0.973	0.984
F	5,337.0	2,275.9	2,791.8
TL vs D			
a	0.265	0.290	0.182
b	1.125	1.081	1.256
r^2	0.892	0.948	0.961
F	3,230.1	1,132.2	1,071.5
TL vs TW			
a	0.014	0.010	0.012
b	2.977	3.104	3.060
r^2	0.931	0.977	0.951
F	5,291.4	2,614.7	852.2
TL vs EW			
a	0.014	0.011	0.010
b	2.962	3.037	3.063
r^2	0.925	0.958	0.952
F	4,811.0	1,407.1	869.5
n	394	64	46

TL = total length, SL=standard length, D=height, TW=total weight and EW=eviscerated weight, a = Y intercept, b = regression coefficient or slope, r^2 = coefficient of determination, F = statistic test.

Figure 1 shows the scatter diagram of the relation weight-length, adjusted by the potential model, where the adjustments of data from females and males can't be differentiated.

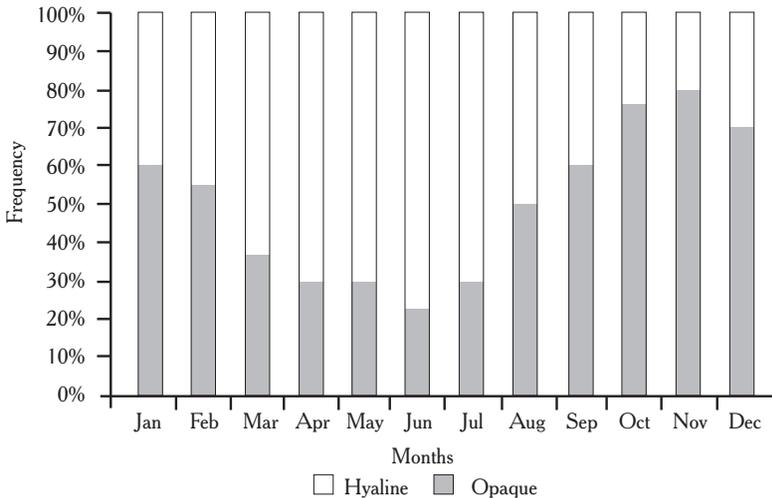
Figure 1
Observed data and weight-length relationship
by potential model with data of *Diapterus brevisrostris*.



Note: for the species calc all = all the organisms, calc f = females and calc m = males.

Time of growth rings formation of the slow and fast growth bands. *Diapterus brevisrostris* showed that a higher percentage of sagittae and asterisci otoliths with fast growth borders occur from September to February, while the highest percentage with slow growth bands otoliths in the borders were observed from March to August (n = 180) (Fig. 2).

Figure 2
Monthly frequency of growth borders in *Diapterus brevisrostris* sagittae.

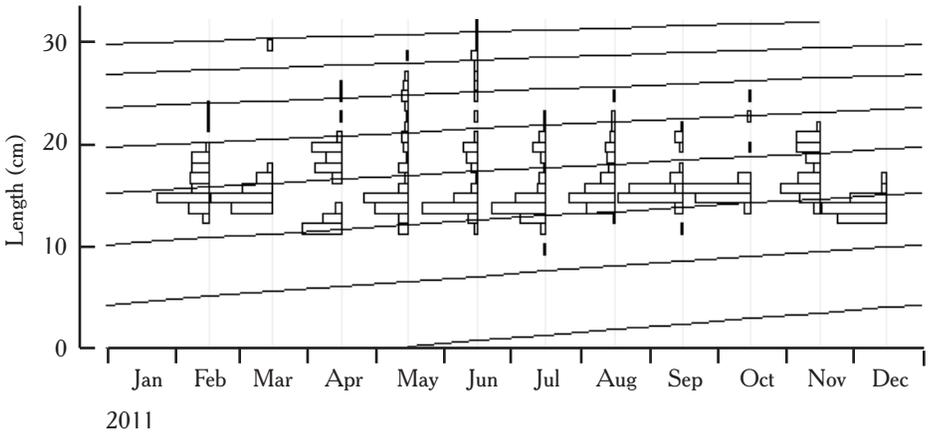


Hyaline = slow growth, Opaque = fast growth.

Analysis of length frequency. Observed values of TL ranged from 9.1 cm to 32.0 cm; May, June and December have the smallest individuals and June the largest (Fig. 3). The results of length at each age are shown in Table 3; these values are similar to those obtained by otoliths rings growth analysis. Observed TL for each age obtained with ELEFAN's method showed lower values from ages one to three, and higher values for ages four to six. Growth parameters for TL were: $L_{\infty} = 49.45$ cm, $K = 0.140$ years⁻¹ and $t_0 = -0.492$ (Rn = 307). The sum of square errors (SSE) between observed values from otoliths and data obtained by ELEFAN was SSE = 9.41.

Figure 3

Length frequency and growth curve of *Diapterus brevirostris* by ELEFAN method.

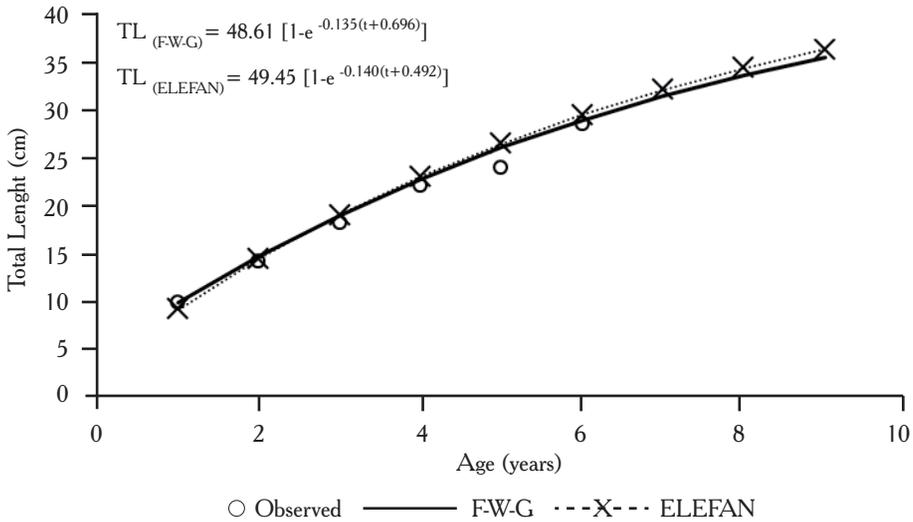


Analysis of otoliths. Analysis of the sagittae and asterisci otoliths allowed the identification of 6 age groups. Growth parameters obtained by Ford-Walford-Gulland method for TL were: $L_{\infty} = 48.61$ cm, $K = 0.135$ years⁻¹, $t_0 = -0.696$. Growth parameters obtained by solver iterative process did not give a better fit of the calculated equation obtained from the otoliths readings; the values of the constants of von Bertalanffy growth equation were the same as those obtained from the Ford-Walford-Gulland methods.

Growth from one age to the next was 9.97 cm from age 0 to age 1, 4.89 cm from age 1 to age 2, 4.27 cm from ages 2 to 3, 3.73 cm from ages 3 to 4, 3.26 cm from ages 4 to 5, and 2.85 cm from ages 5 to 6. Figure 4 shows the growth curve of *D. brevirostris* according to von Bertalanffy's method.

Figure 4

Von Bertalanffy's growth curve in length for *Diapterus brevisrostris* by Ford-Walford-Gulland (F-W-G) with otolith readings and by length frequency with ELEFAN methods.



The sum of square errors (SSE) between observed and calculated data by Ford-Walford and Gulland was $SSE = 6.321$.

Growth in weight. The growth index value of the weight-length equation was isometric: $b = 2.997$ with total weight data and $b = 2.962$ with eviscerated specimens (Table 2).

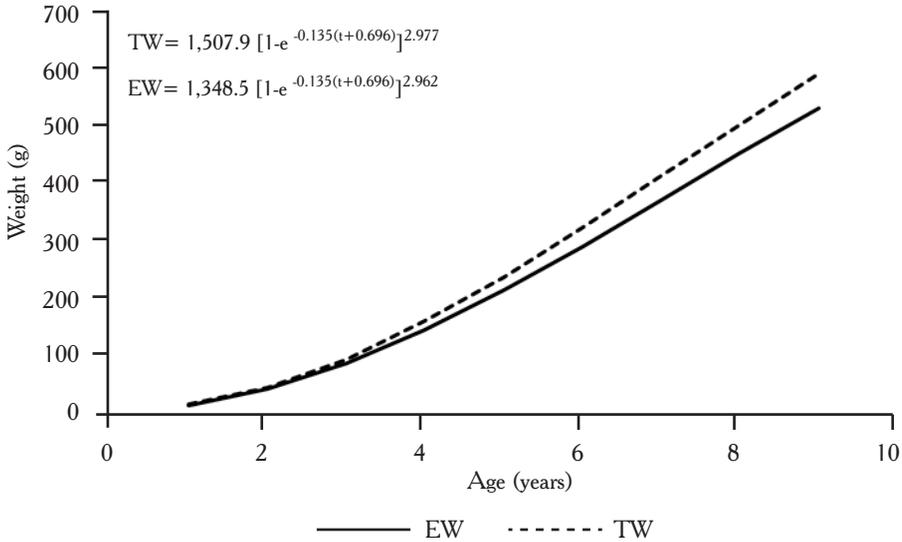
Theoretical growth in weight. Values of calculated TW and EW have a slow growth during the first years of age, starting at 13 g and 12 g (Table 3, Fig. 5). After age 3 there is an important increment in the growth rate. The calculated asymptotic total weight was $W_{t_{\infty}} = 1,507.9$ g and the eviscerated asymptotic weight $W_{e_{\infty}} = 1,348.5$ g.

Longevity (Age $A_{0.95}$). *D. brevisrostris* reached 95% of its infinite length L_{∞} in 21.5 years.

Table 3
 Observed and calculated values of total length (cm) and total (TW)
 and eviscerated (EW) weight (g) for each age group (years)
 of *Diapterus brevirostris*.

		ELEFAN	FW	Solver		
L_{∞}		49.45	48.61	48.61		
K		0.140	0.135	0.135		
t_0		-0.492	-0.696	-0.696		
Age (years)	Observed (c`m, sd)	ELEFAN (cm)	FW (cm)	Solver (cm)	TW (g)	EW (g)
1	10.00 (\pm 1.172)	9.32	9.97	9.97	13	12
2	15.00 (\pm 1.119)	14.56	14.86	14.86	44	40
3	19.00 (\pm 0.813)	19.12	19.13	19.13	94	85
4	23.00 (\pm 0.873)	23.08	22.87	22.87	160	144
5	26.00	26.53	26.12	26.12	237	214
6	29.00	29.52	28.97	28.97	323	291
7		32.12	31.46	31.46	413	372
8		34.39	33.63	33.63	503	453
9		36.36	35.52	35.52	593	533

Figure 5
 Von Bertalanffy's growth curve in total
 and eviscerated weight for *Diapterus brevisrostris*.



Discussion

Using commercial catch individuals for the growth study of this species can have been biased due to the different fishing gears used to fish. Nevertheless the sample had a large distribution of lengths and ages.

The relationship between standard and total length showed an isometric growth. Data of the relationships between total length and height (Table 2) show a higher tendency to positive allometry. This tendency is even higher in males than females (and with all the individuals it was average, Table 2). In the case of the relationships between total weight and total length, an isometric growth is observed, for the species and for both sexes, that is, the organisms grow in the same proportion in weight than in length throughout their life cycle (Table 2). González-Acosta *et al.* (2004) report for this species a value of the allometric index of the weight-length relationship of $b = 3.21$ in the Gulf of California, México. Similarly, de la Cruz-Agüero *et al.* (2011) found a value of $b = 3.21$ (95% Confidence Interval from 3.18 to 3.24).

Each year a band of fast and slow growth are deposited on the otoliths sagittae and asterisci, allowing the use of this structure to estimate age of *D. brevisrostris* and its growth. This has also been found in other tropical species, where scales are not present (Gallardo-Cabello *et al.*, 2006; 2007; 2011; Espino-Barr *et al.*, 2006; 2008), allowing a good assessment of ageing, not always possible with scales.

The values obtained with the length frequency analysis were similar to those found by the identification of growth rings in the sagittae and asterisci, which render age determination of *D. brevirostris* valid with both methods, and validating each other (Joseph, 1962). The differences emerged are because of the methods used: a direct and an indirect approach.

Related to the growth parameters calculations done by other authors, Cabrera-Peña *et al.* (1996) studied *D. brevirostris* in estuarine waters of two rivers: Damas and Palo Seco in Costa Rica and found a higher value of the index $K = 0.26$ (using Allen's method) and $K = 0.293$ (applying Tomlinson and Abramson's method) and therefore a low asymptotic length $L_{\infty} = 31.9$ cm and $L_{\infty} = 32.3$, respectively. Because of these K values, the species would reach L_{∞} faster and would have a maximum longevity of 11.1 years and 10.2 years, respectively.

The differences found in the parameter values by Cabrera-Peña *et al.* (1996) for this species in Costa Rica (Table 4), are related with what Taylor (1958, 1960) considers, that is, the same species living in lower latitudes and higher temperatures will present higher values of the catabolic index K and will achieve smaller lengths of L_{∞} , and therefore lower longevities.

Table 4
Growth parameters of the von Bertalanffy equation for *Diapterus brevirostris* obtained by different authors (longevity and ϕ' values were calculated by us).

	This paper	Cabrera-Peña <i>et al.</i>	Cabrera-Peña <i>et al.</i>
Year	2011	1996	1996
Area	Colima, México	Costa Rica	Costa Rica
Method	otoliths	Allen	Tomlinson & Abramson
L_{∞} (cm)	48.61	31.9	32.3
K	0.135	0.268	0.293
t_0	-0.696	0.046	0.042
Longevity (years)	21.5	11.1	10.2
ϕ'	2.504	2.436	2.485

Besides, in the Atlantic ocean, in the Lagoon of Términos, Campeche, México, Ayala-Pérez *et al.* (2001) found values for *Diapterus rhombeus* of L. von Bertalanffy $K = 0.74$, $L_{\infty} = 20.4$ cm and $t_0 = -4.207$. The value of K is very high, therefore this organism will reach L_{∞} very fast, presenting longevity of four years. Ayala-Pérez *et al.* (2001) found in their study that 69.9% of individuals are juveniles therefore this analysis corresponds to the first part of the curve of von Bertalanffy and the catabolic index is higher than the real. Had these authors used organisms of a higher age, they would have found lower values of K and higher L_{∞} .

Other studies show also a fast growth in the Gerreidae family during the first 3 years of age: K can range between $K = 0.425$ and 0.452 in females and males of *Gerres equulus* (Iqbal *et al.*, 2006), $K = 0.80$ and 0.82 in females and males of *Gerres* sp. (Kanak and Tachihara, 2006), to $K = 1.0$ in *Gerres oblongus* (Shutharshan and Sivashanthini, 2011). In *Gerres cinereus*, it has been calculated a $K = 0.34$ (Álvarez-Hernández, 1999), $K = 0.65$ (Claro and García-Arteaga, 2001).

Differences found in the values of the growth parameters of the von Bertalanffy equation are determined by the environmental conditions such as latitude, temperature, salinity, among other (Taylor, 1958; 1960). The pressure of the fishing activity has also an influence: if there is overfishing, the older age groups will disappear (Espino-Barr *et al.*, 2010; Gallardo-Cabello *et al.*, 2011).

Conclusions

This study shows the age and sex composition, growth index and longevity of the Shortnose Mojarra *Diapterus brevisrostris* in the Mexican Central Pacific. This information, together with studies of reproduction will allow the management of the fishery by suggesting fishing gears such as size of the mesh opening, closed seasons to the fishing, catch quotas, which will avoid the overexploitation of the natural resources.

The growth ring marked during the months of spring, and the calculated birthday, also calculated in this season are due to metabolic factor, as a result of the changes in the currents near the coast line of the central Mexican Pacific.

The analysis of growth of the Shortnose Mojarra *Diapterus brevisrostris* by several methods strengthens the calculated parameters, and assures the use of these results in the fisheries research.

Acknowledgments

We are thankful to the fishers who obtained the sample and always are willing to help and teach us their knowledge of the fish. Also, we are grateful to the anonymous reviewers who improved this study.

Cited Literature

- Allen, G.R. and Robertson, D.R. (1994). *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX. México. 327pp.
- Álvarez-Hernández, J. H. (1999). Edad y crecimiento de la mojarra *Gerres cinereus* en la costa sur del estado de Quintana Roo, México. *Proc. Gulf Carrib. Fish. Inst.* 45:514-523.
- Ayala-Pérez, L. A.; Gómez-Montes, B. A. and Ramos-Miranda, J. (2001). Distribución, abundancia y parámetros poblacionales de la mojarra, *Diapterus rhombeus* (Pisces: Gerreidae) en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical* 49(2):635-642.
- Blacker, R. W. (1974). Recent advances in otolith studies. In: Harden-Jones, E. (Ed). *Sea Fisheries Research*. pp. 67-90. Elek Science, London.
- Bussing, W. A. (1995). Gerreidae, Mojarras. In: Fischer, W.; Krupp, F.; Schneides, W.; Sommer, C.; Carpenter, K. E. and Niem, U. H. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Vertebrados*, Vols. II, Roma, FAO. Italia. p. 1114-1128.

- Cabral-Solís, E.G.; Gallardo-Cabello, M.; Espino-Barr, E. and Ibáñez-Aguirre, A.L. (2010). Reproduction of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) from the Cuyutlán lagoon, in the Pacific coast of México. *Avances de Investigación Agropecuaria* 14(3):19-32.
- Cabrera-Peña, J.; Solano-López, Y. and Mora-Hernández, M. (1996). Crecimiento de *Diapterus peruvianus* (Pisces: Gerreidae) en los estuarios de los ríos Damas y Palo Seco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(2):935-937.
- Castro-Aguirre, J. L. (1978). *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Depto. Pesca. INP. Serie Científica No. 19., 298 pp.
- Castro-Aguirre, J. L.; Espinosa-Pérez, H. S. y Schmitter-Soto, J. J. (1999). *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Serie Biotecnologías. IPN y Ed. Noriega-Limusa, 711 pp.
- Claro, R. and García-Arteaga, J. P. (2001). Growth Patterns of Fishes of the Cuban Shelf. In: *Ecology of the Marine Fishes of Cuba*. Claro, R.; Kindeman, K. C. and Parenti, L. R. (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., USA., pp: 149-178.
- De la Cruz-Agüero, J.; García-Rodríguez, F.J.; Cota-Gómez, V.M.; Chollet-Villalpando, J. G. and Vergara-Solana, F.J. (2011). Length-weight relations of selected species of the family Gerreidae (Actinopterygii: Perciformes) from the Mexican coast. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 41(1): 67-69.
- Espino-Barr, E.; Gallardo-Cabello, M.; García-Boa, A.; Cabral-Solís, E. G. and Puente-Gómez, M. (2006). Morphologic and morphometric analysis and growth rings identification of otoliths: *sagitta*, *asteriscus* and *lapillus* of *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) in the coast of Colima, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 1(2):157-170.
- Espino-Barr, E.; Cruz-Romero, M. y García-Boa, A. (1998). Edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), en la costa del estado de Colima, México. *Avances de Investigación Agropecuaria* 7(1):040-051.
- Espino-Barr, E.; Gallardo-Cabello, M.; Cabral Solís, E. G.; García-Boa, A. and Puente-Gómez, M. (2008). Growth of the Pacific jack *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) from the coast of Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 56(1):171-179.
- Espino-Barr, E.; Gallardo-Cabello, M.; Granados-Flores, K.; Cabral-Solís, E. G.; García-Boa, A. and Puente-Gómez, M. (2010). Growth analysis of *Microlepidotus brevipinnis* from the Pacific coast of Jalisco, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 5:293-303.
- Espino-Barr, E.; Gallardo-Cabello, M.; Cabral-Solís, E.G.; Puente-Gómez, M. and García-Boa, A. (2013). Otoliths analysis of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) in Cuyutlan Lagoon, Mexico. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17(1):35-64.
- Ford, E. (1933). An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 19:305-384.
- Gallardo-Cabello, M.; Espino-Barr, E.; García-Boa, A.; Cabral-Solís, E. G. and Puente-Gómez, M. (2006). Morphologic and morphometric analysis and growth rings identification of otoliths: *sagitta*, *asteriscus* and *lapillus* of *Caranx caballus* (Pisces: Carangidae) in the coast of Colima, Mexico. *International Journal of Zoological Research* 2(1):34-47.
- Gallardo-Cabello, M.; Espino-Barr, E.; García-Boa, A.; Cabral-Solís, E. G. and Puente-Gómez, M. (2007). Study of the growth of the green jack *Caranx caballus* Günther 1868, in the coast of Colima, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 2(2):130-139.
- Gallardo-Cabello, M.; Espino-Barr, E.; Nava-Ortega, R. A.; García-Boa, A.; Cabral-Solís, E. G. and Puente-Gómez, M. (2011). Analysis of the otoliths of *sagitta*, *asteriscus* and *lapillus* of Pacific sierra *Scomberomorus sierra* (Pisces: Scombridae) in the coast of Colima, Mexico. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 6(4):390-403.
- Gallardo-Cabello, M.; Espino-Barr, E.; Cabral-Solís, E. G.; Puente-Gómez, M. and García-Boa, A. (in press). Study on the otoliths *sagitta*, *asteriscus* and *lapillus* of shortnose mojarra *Diapterus brevisrostris* (Pisces: Gerreidae) in the Cuyutlan lagoon, Colima, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*
- Gayanilo, F. C.; Sparre, P. and Pauly, D. (1994). The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) user's guide. *FAO Computerized Information Series Fisheries* 6:1-186, FAO, Roma.

- González-Acosta, A. F.; De la Cruz-Agüero, G. and De la Cruz-Agüero, J. (2004). Length-weight relationships of fish caught in a mangrove swamp in the Gulf of California (México). *Journal of Applied Ichthyology* 20:154-155.
- González-Acosta, A. F.; Béarez, P.; Álvarez-Pliago, N.; de la Cruz-Agüero, J. and Castro-Aguirre, J. L. (2007). On the taxonomic status of *Diapterus peruvianus* (Cuvier, 1830) and reinstatement of *Diapterus brevisrostris* (Sauvage, 1879) (Teleostei: Gerreidae). *Cybium* 31(3):369-377.
- Gulland, J. A. (1964). Manual of methods of fish population analysis. *FAO Fisheries Technical Paper* 40:1-60.
- Iqbal, K.-M.; Masuda, Y.; Suzuki, H. and Shinomiya, A. (2006). Age and growth of the Japanese Silver-biddy, *Gerres equulus*, in western Kyushu, Japan. *Fisheries Research* 77(1):45-52.
- Joseph, D. C. (1962). Growth characteristics of two Southern California Surf-fishes, the California corbina and spotfin croaker, Family Sciaenidae. *The Resources Agency of California. Department of Fish and Game. Fishery Bulletin* 119:1-54.
- Kanak, M. K. and Tachihara, K. (2006). Age and growth of *Gerres* sp. (Perciformes: Gerreidae) in Okinawa Island of Southern Japan. *Fisheries Science* 72:932-938.
- Microsoft. (1992). *Manual de usuario. Referencia de funciones*. Microsoft Excel Versión 4.0 para Windows, 702 pp. Microsoft Corporation USA, Redmond.
- Pauly, D. (1979). Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Studies Reviews* 1:1-35.
- SAGARPA. (2011). *Anuario estadístico de pesca 2009*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 305 pp. (http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2011).
- Shutharshan, S. and Sivashanthini, K. (2011). Growth characteristics of Slender Silver-biddies *Gerres oblongus* (Pisces: Perciformes) from the Jaffna Lagoon, Sri Lanka. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 6(6):592-603.
- Sparre, P. and Venema, S. C. (1995). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1 - Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca 306/1, Roma.
- Taylor, C. C. (1958). Cod growth and temperature. *Journal du Conseil* 23(3):366-370.
- Taylor, C. C. (1960). Temperature, growth and mortality – the Pacific cockle. *Journal du Conseil* 26(1):177-124.
- Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. *Human Biology* 10(2):181-213.
- Vérgara-Solana, F. J.; García-Rodríguez, F. J. and De la Cruz-Agüero, J. (2013). Interspecific comparison of growth and shape within *Diapterus* (Gerreidae: Perciformes) using geometric morphometrics. *Journal of Ichthyology* 53(6):445-454.
- Walford, L. A. (1946). A new graphic method of describing the growth of animals. *The Biological Bulletin* 90(2):141-147.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. 3rd edn. Prentice Hall. USA. 662 pp.

Recibido: Octubre 04, 2013

Inicio de arbitraje: Octubre 17, 2013

Dictamen para autor: Diciembre 02, 2013

Aceptado: Abril 10, 2014

Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías

Characterization of livestock ranches of Campeche, Mexico.
Results of projects of transfer of technologies

**Aslam Díaz Castillo,¹ Yurangel Sardiñas López,¹
Emilio Castillo Corría,¹ César Padilla Corrales,¹
Humberto Jordán Vázquez,¹ Ramón Omar Martínez Zubiaur,¹
Tomás Elías Ruiz Vázquez,¹ María Felicia Díaz Sánchez,¹
Abid Francisco Moo Cruz,² Oseas Gómez Cruz,²
Diana Alpide Tovar,³ Mario Rafael Arjona Ruiz²
y Gonzalo Ortega García²**

¹ Instituto de Ciencia Animal (ICA)
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba (A. P. 24).

² Secretaría de Desarrollo Rural (SDR)
del gobierno del estado de Campeche, México.

³ Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
México, D. F.

*Correspondencia: juanacast@infomed.sld.cu

Resumen

Se caracterizaron 24 ranchos ganaderos de Campeche, México. Se evaluó la transferencia de tecnologías en proyectos de producción de leche, carne bovina y pastos, durante 2012. Predominaron los propietarios con educación primaria (33.33%). El 55.40% del área tenía pastos cultivados y el 0.41% forrajes para la época poco lluviosa. El 8.33% fabricaban alimentos. El 50% tenía cerco eléctrico, con 1.28 unidades de ganado mayor. hectárea⁻¹. Las vacas representaron el 64.01% de las hembras; las novillas de 2 años al parto, el 18.12%; del nacimiento al año, el 12.80%, y de 1-2 años, el 5.07%. En el hato predominaron: el *Cebú* (33.33%) y *Suizo pardo* (29.17%), y en los sementales *Mestizos de Holstein* (25%) y *Beef*

Abstract

Twenty four cattle ranches in Campeche, Mexico were characterized. Technology transfer projects in dairy, beef and pasture were evaluated during 2012. Proprietors with primary education predominated (33.33%). 55.40% of the area had cultivated grasses and 0.41% had forages to be used in dry season. 8.33% of the owners manufactured foods. 50% of them had electric fences with 1.28 units of animal per hectare⁻¹. Adult cows represented 64.01% of the females. The heifers represented, from birth to one year 12.80%, from 1 to 2 years old 5.07% and from 2 years old to their first delivery 18.12%. The most predominant breeds were *Cebú* (33.33%) and *Swiss brown* (29.17%) as well as *Mestizo of*

master (20%), con 35 reproductoras. semental¹. Se utilizaron 4 de las 8 vacunas recomendadas en el estado. La mortalidad anual en crías fue del 10.23%. El 66.67% de los productores tenían registros de salud, 41.67% de movimiento del hato, 33.33% de reproducción, 25% de producción y 8.33% de economía. Se capacitaron 2,487 productores y se establecieron 10 ranchos tecnológicos demostrativos. Se logró el uso de controles técnicos, cerco eléctrico y alimentos elaborados en todos los ranchos. Se plantaron 54 hectáreas de *Pennisetum purpureum* variedad cultivar Cuba CT-115, 15.50 hectáreas de Cuba OM-22 y 0.50 hectáreas de Cuba CT-169. Se incrementó la producción láctea en 60,000 litros de enero-agosto, respecto a igual período de 2011; y alcanzó 1 kilogramo animal⁻¹. día⁻¹ en 2 ciclos sucesivos de ceba en estabulación, en ranchos de productores líderes.

Palabras clave

Producción de carne y leche bovina, Campeche, variedades de *King grass* Cuba CT-115 y Cuba OM-22.

Holstein (25%) and *Beef master* (20%) in the sires with 35 females per male⁻¹. 4 of the 8 vaccines recommended in the State were used. The annual mortality in calves was 10.23%. The percentage of producers that had registers on their animals were: in health 66.67%, in flock movement 41.67%, in reproduction 33.33%, in production 25% and in economy 8.33%. 2487 producers were qualified and 10 demonstrative technological ranches were created. The use of technical controls, electric fence and foods elaborated in all ranches was achieved. 54 hectares of *Pennisetum purpureum* variety Cuba CT-115 were cultivated, 15.50 hectares of Cuba OM-22 and 0.50 hectares of Cuba CT-169 were planted. The lead producers achieved a dairy production of 60,000 liters from January to August of 2011 and 2012, and 1 kilogram/animal/day was reached in 2 successive cycles of cattle meat production in the stable.

Keywords

Meat and dairy production, Campeche, of *King grass* Cuba CT-115 and Cuba OM-22 varieties.

Introducción

La caracterización de fincas ganaderas es un mecanismo que permite conocer sus limitantes y potencialidades, para proponer planes y proyectos de transformación tecnológicos (Martínez, 2010). En una identificación de los ranchos ganaderos del estado de Campeche, en la península de Yucatán (México), llevada a cabo por SAGARPA (2011) y Henman y Asociados (2011), se reportó la existencia de 639,395 bovinos; fundamentalmente, en los municipios del Carmen, Champotón, Escárcega, Candelaria y Palizada.

Estos animales se distribuyeron en 1'537,435 hectáreas (ha) de pastos, con una carga de 0.50 animal. ha⁻¹ y una producción de 36,146 toneladas (t) de leche y 20,684 t de carne, durante 2010. Estos autores calcularon un rendimiento de 3 litros (L)⁻¹ de leche. vaca en ordeño⁻¹. día⁻¹, para una producción acumulada de 630 L. animal⁻¹, en lactancias que se ajustaron a 210 días, durante el primer semestre de 2011, en una muestra de 330 ranchos del estado.

Esta caracterización les permitió conocer los principales elementos limitantes de la producción de leche y carne bovina en el estado, como son los desbalances nutricionales (situación que se agrava en la época poco lluviosa del año, por la reducción de la

disponibilidad de pastos), las deficiencias en el manejo, el acceso al conocimiento y al financiamiento y el bajo nivel educacional de los ganaderos.

Jones *et al.* (2008) detectaron problemas similares en otras regiones de México y estimaron un desbalance entre la producción doméstica y la demanda de carne bovina de 250 mil t y 1,100 millones de L de leche de déficit, respectivamente, en 2012.

En el Instituto de Ciencia Animal (ICA), de Cuba, se desarrollaron tecnologías de bajo costo para atenuar el desbalance estacional de pastos del área tropical, así como mejorar el manejo animal y utilizar los alimentos eficientemente. Entre estas tecnologías están: los bancos de biomasa con *Pennisetum purpureum* variedad cultivar (vc.) Cuba CT-115; el forraje de corte *P. purpureum* vc. Cuba OM-22, para compensar el déficit de pastos en la época poco lluviosa del año; forraje de caña de azúcar enriquecido; harina de caña; saccarina rústica; dietas integrales; sistema de manejo rotacional de pastizales; elaboración de suplementos locales; utilización de esquilmos y residuos agro-industriales; sistemas de racionamiento; elaboración de activadores de la fermentación del rumen; asociaciones de gramíneas y leguminosas herbáceas; silvopastoreos; sistemas de selección y mejora genética del ganado; sistemas de análisis de datos e implementación de registros y controles técnicos (para la toma de decisiones efectivas) entre otras estrategias de alimentación y manejo en pastoreo y estabulación, que permiten incrementar la producción de leche y carne bovina de calidad, en el área tropical (Jordán, 2005; Plaza e Ybalmea, 2009; Díaz, 2008; Mejías, 2008; Rodríguez, 2009; Martínez *et al.*, 2010; Sardiñas, 2011).

Las tecnologías se han implementado en las áreas productivas de Cuba y el resto del área tropical, mediante proyectos de investigación, asistencia técnica y capacitación del Sistema de Extensión y Transferencia de Tecnología del ICA (SEICA) (Díaz-Untoria, 2008).

Este trabajo tiene como objetivos caracterizar la situación socioeconómica, productiva, de reproducción, manejo, alimentación y salud animal de ranchos de ganado bovino del estado de Campeche (México), para conocer sus limitantes y potencialidades productivas y evaluar el resultado de un año de trabajo en tres proyectos de transferencia de tecnología.

Materiales y métodos

Se caracterizaron 24 ranchos para la producción de carne y leche bovina, en 10 de los 11 municipios del estado de Campeche, México (Calakmul, Candelaria, Carmen, Escárcega, Calkiní, Palizada, Champotón, Tenabo, Hopelchén y Campeche), de octubre a diciembre de 2011, a través de una metodología propuesta por Martínez (2010).

La metodología de caracterización incluyó:

1. Nivel educacional, edad y años de trabajo en la ganadería de los propietarios, administradores y obreros de los ranchos.
2. Localización de los ranchos, recorrido, distribución de la tierra por cultivos e instalaciones y elaboración de croquis.
3. Disponibilidad de equipamientos de trabajo (fumigadora, picadora de forraje, turbina o bomba de agua, máquina chapeadora, sistema de cerco eléctrico, implementos agrícolas, tractores, fumigadora de cultivos para su acople al tractor, tanque de enfriamiento de leche y otros).

4. Indicadores de estructura, genética y reproducción del hato: especies de animales para fines productivos; categorías en explotación, particularizando los que dependen de las áreas de pastos y forrajes y su peso vivo (PV) para estimar la carga, en unidades de ganado mayor (UGM) por ha; donde una UGM equivale a un animal de 500 kg de PV; estructura de las hembras; genotipos del hato de los sementales; uso de sementales de registro; realización de exámenes andrológicos a los sementales; uso de la monta dirigida, la inseminación artificial y el celaje; y promedio de reproductoras por semental.
5. Evaluación del manejo y la alimentación animal: manejo diferenciado por categorías; rutina de ordeño; realización del descorne y la edad; carga animal; edad y peso al destete; divisiones (cuartones) en el pastizal; tiempos de ocupación y reposo por cuartón; ranchos con estabulación; con semi-estabulación; con suplementos en la época poco lluviosa; con suplementos en la finalización de la ceba; con suplementos en toda la crianza; ranchos donde se fabrican suplementos; donde se elaboran ensilajes; donde se utilizan forrajes; heno; sales minerales; fertilizantes en los pastos; control conjunto químico y mecánico de las malezas; y balance forrajero instantáneo.
6. Origen del agua de bebida de los animales: pozos, jagüeyes y/o ríos.
7. Elementos del control epizootiológico: realización de análisis coprológico de helminto-ovoscopia por flotación; desparasitación interna; desparasitación externa; diagnóstico de tuberculosis y brucelosis; desratización y desinfección de instalaciones; y mortalidad en adultos y en crías, hasta el primer año de vida.
8. Tenencia de registros y controles técnicos: estado de salud animal; movimiento de entrada, salida y cambio de categoría de los animales; indicadores de reproducción por animal; indicadores productivos por animal; e indicadores económicos de gastos e ingresos.

Con los resultados de la caracterización se efectuó la proyección de los ranchos y se elaboraron tres proyectos denominados: “Transferencia de tecnologías para disminuir los efectos de sequía en empresas ganaderas del estado de Campeche”, “Transferencia de tecnologías para la producción de leche a bajo costo” y “Transferencia de tecnologías para la engorda de bovinos en pastoreo y estabulación”.

Estos proyectos tuvieron el auspicio y patrocinio de la Secretaría de Desarrollo Rural del gobierno del estado de Campeche, la Asociación Ganadera Regional y la Fundación “Produce” de Campeche (FUPROCAM). Se realizaron con el formato de proyecto de FUPROCAM y la participación de un grupo de investigadores-consultores del ICA, de Cuba.

Los consultores del ICA se hospedaron de tiempo completo en el estado, al entregar los informes parciales de los proyectos a FUPROCAM, con rotación por trimestre. Ellos mantuvieron contacto telefónico permanente con los productores, para aclarar dudas técnicas y se realizaron visitas de seguimiento e implementación tecnológica a cada finca, cada 12-15 días, para un total de 216 visitas, entre todos los ranchos, durante el primer año de trabajo (2012).

Las esposas, hijos, nietos, demás familiares y empleados de los ranchos resultaron de gran ayuda, porque colaboraron en la aplicación, seguimiento y adecuación de las tecnologías, así como el registro y control de la información.

Asimismo, estudiantes de Ingeniería Agrónoma del Instituto Tecnológico de Chiná y de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Autónoma de Campeche se unieron al trabajo de las mediciones y la aplicación de las tecnologías en los ranchos, como parte de su práctica pre-profesional.

Se entregaron informes trimestrales y anuales, con la evaluación de los resultados principales de los tres proyectos; entre ellos: realización de días demostrativos de campo; impartición de talleres y actividades de promoción y divulgación; impartición de conferencias especializadas; número de productores capacitados; elaboración de trípticos; entrega de manuales técnicos; realización de pancartas o lonas tecnológicas; cantidad de visitas de acompañamiento realizadas a los productores; y cantidad de nuevas tecnologías transferidas, con enfoque especial en la plantación de las nuevas variedades cubanas de *King grass* y el aumento demostrado de la producción de leche y carne de los ranchos.

La información que se generó en la caracterización inicial y de los proyectos se procesó con la ayuda del programa informático INFOSTAT, de Balzarini *et al.* (2001), con el objetivo de calcular indicadores de estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, valores máximos y mínimos, y proporciones).

Resultados

En el estudio del nivel de escolaridad de los propietarios se demostró que predominaron los de educación primaria (33.33%); a continuación, los de secundaria (29.17%); técnicos y universitarios (12.50%), analfabetos (8.33 %) y bachilleres (4.17%). El 92% de los dueños o encargados de los ranchos sobrepasó los 45 años de edad. Estos elementos pueden afectar directamente el éxito de la transferencia de tecnologías en el sector. También, es necesario destacar que la ganadería sigue siendo un empleo mayoritariamente masculino en Campeche, porque sólo se encontró una mujer ganadera y propietaria de rancho.

En la distribución de la tierra para la producción bovina (cuadro 1) se evidencia que, aproximadamente, la mitad del área de pastos se compuso de especies cultivadas. La presencia de forrajes de corte y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) fue muy baja, por lo que los productores no tuvieron el volumen necesario de biomasa para sostener la carga animal, en el período poco lluvioso, donde ocurre la replación de la producción de pastos en el área tropical.

En la distribución de los pastos mejorados, predominaron el *Cynodon dactylon*, *Panicum maximum* vc. Tanzania, *P. maximum* vc. Mombaza y *Brachiaria decumbens* vc. Brizantha. La presencia de las leguminosas, como la *Leucaena leucocephala* (originaria de la península de Yucatán), o de otras plantas proteicas, fue escasa.

La mayoría de los productores combatía químicamente las leguminosas herbáceas, como si fueran plantas indeseables para la ganadería. Además, se observó que los potreros prácticamente están desprovistos de árboles.

Cuadro 1
Distribución de la tierra en ranchos ganaderos del estado de Campeche.

Áreas de instalaciones, forrajes, pastos y otros cultivos	Total, ha	Desviación estándar (DE, \pm), ha	Proporción respecto al área total, %
Instalaciones	21.25	0.31	0.83
Forrajes	12.53	0.58	0.49
<i>Pennisetum purpureum</i>	10.53	0.81	0.41
<i>Saccharum officinarum</i>	2	0.23	0.08
Pastos	2,514.30	50.22	97.62
No cultivados	1,087.50	40.53	42.22
Cultivados	1,426.80	63.05	55.40
<i>Cynodon dactylon</i>	275	31.12	10.68
<i>Panicum maximum</i> vc. Tanzania	228	20.42	8.85
<i>P. maximum</i> vc. Mombaza	224	16.39	8.70
<i>Brachiaria decumbens</i> vc. Brizantha	202.50	15.61	7.86
<i>B. decumbens</i> vc. Humidicola	162	14.61	6.29
<i>Echinochloa polystachya</i>	140	14.24	5.44
<i>Cinodon nlemfuensis</i>	114.50	13.96	4.45
<i>B. decumbens</i> híbrido Mulato	49	10	1.90
<i>Digitaria decumbens</i>	20	4.08	0.78
<i>Leucaena leucocephala</i> en asociación con <i>P. maximum</i> vc. Tanzania	8	1.17	0.31
<i>Pennisetum purpureum</i> vc. Cuba CT-115	3.80	0.56	0.15
Otros cultivos	27.50	2.30	1.07
Total en los 24 ranchos	2,575.58	86.24	100

La evaluación de la disponibilidad de equipamiento (figura 1) indicó que en todos los ranchos existían fumigadoras (de tipo "mochila"), para el control químico de los ectoparásitos del ganado; y las plantas arvenses que se controlan también con el uso de tractor con chapeadora, en el 54.17% de los ranchos. Sin embargo, existe un potencial sin explotar en la mitad de los ranchos, donde todavía no se utiliza el sistema de cerco eléctrico para el manejo de los pastizales. Es importante destacar que en la mayoría de los ranchos existen picadoras de forrajes, por lo que se pueden emprender transformaciones futuras, para incrementar las áreas forrajeras.

Figura 1
Disponibilidad relativa de equipamiento
en 24 ranchos ganaderos del estado de Campeche.



En el estudio de los indicadores de reproducción y genética (cuadro 2) se observó que en la estructura de los hatos de hembras bovinas predominaron las vacas, las hembras de dos años al primer parto y las becerras menores de un año de edad. La composición promedio de los hatos evidenció la incorporación tardía de los reemplazos a la reproducción, con el primer parto, por encima de los 36 meses de edad (como promedio).

En los hatos predominaron los genotipos *Cebú* y sus cruces y *Suizo pardo*. Entre los sementales predominaron los *Mestizos Holstein* y *Beef master*. En sentido general, los productores prefieren los genotipos con rústicos y adaptados a las condiciones del área tropical.

El porcentaje de sementales de registro fue alto. No obstante, pocos ganaderos mostraron resultados de exámenes andrológicos de sus sementales, la realización del celaje y control del estro, uso de la monta dirigida; y el promedio de reproductoras por semental fue superior a 25 hembras incorporadas a la reproducción por semental. Se constató que los sementales tenían acceso libre a montar todas las hembras del hato, incluyendo sus hijas. Esto indica un deficiente manejo de los sementales. Por otra parte, la utilización de la inseminación artificial fue escasa.

Cuadro 2
Indicadores de estructura, genética y reproducción animal,
en 24 ranchos del estado de Campeche.

Estructura de las hembras		
Categoría	Hembras	Proporción, %
Menores de 1 año de edad	296	12.80
De 1-2 años de edad	117	5.06
De 2 años al 1er. parto (a los 36 meses de edad)	419	18.12
Vacas	1,480	64.01
Total	2,312	100
Distribución proporcional por genotipos	En el hato, %	De los sementales, %
<i>Cebú</i>	33.33	15
<i>Suizo pardo</i>	29.17	10
<i>Mestizo de Holstein</i>	16.67	25
<i>Simbrah</i>	6.25	10
<i>Sardo</i>	4.17	-
<i>Beef master</i>	4.17	20
<i>Brahman</i>	2.08	10
<i>Criollo</i>	2.08	-
<i>Mosaico mestizos de diferentes genotipos</i>	2.08	-
<i>Simmental</i>	-	5
<i>Brangus</i>	-	5
Total	100	100
Presencia de sementales de registro del total de sementales		80.95
Realización de exámenes andrológicos a los sementales		16.67
Ranchos donde se utiliza la monta dirigida		8.33
Ranchos donde se utiliza la inseminación artificial		16.67
Ranchos donde se realiza el celaje y control del estro		12.50
Hembras incorporadas a la reproducción por semental		35

En la evaluación del manejo y la alimentación animal (cuadro 3) se observó que menos de la mitad de los ganaderos realizan el manejo diferenciado por categorías del hato, por lo que la dominancia grupal pudiera afectar el comportamiento productivo de los animales. La mayoría de los ganaderos no cumplía correctamente con la rutina de ordeño y se realiza un ordeño por día.

Cuadro 3
Indicadores del manejo y la alimentación animal
en 24 ranchos ganaderos del estado de Campeche.

Indicadores	Valores	DE, \pm
Ranchos donde se realiza el manejo diferenciado por categorías, %	45.83	-
Ranchos donde se realiza correctamente la rutina de ordeño, %	8.33	-
Ranchos donde se realiza el descorne, %	70.83	-
Edad al descorne, días	76.88	-
Carga animal, UGM. ha ⁻¹	1.28	-
Edad al destete, meses	7.13	1.90
Peso al destete, kg	166.67	39.08
Divisiones (cuartones) en el pastizal	9.52	5.41
Tiempo de ocupación por cuartón, días	14.79	10.73
Tiempo de reposo por cuartón, días	16.92	14.09
Ranchos con estabulación, %	12.50	-
Ranchos con semi-estabulación, %	12.50	-
Ranchos donde utilizan suplementos en la época poco lluviosa, %	58.33	-
Ranchos donde utilizan suplemento en la finalización de la ceba, %	4.17	-
Ranchos donde utilizan suplemento en toda la crianza animales, %	12.50	-
Ranchos donde fabrican sus propios suplementos, %	8.33	-
Ranchos donde se elaboran ensilajes, %	33.33	-
Ranchos donde se utilizan forrajes, %	25	-
Ranchos donde se utiliza heno, %	12.50	-
Ranchos donde se suministran sales minerales, %	83.33	-
Ranchos donde fertilizan los pastos, %	12.5	-
Ranchos donde controlan química y mecánicamente las arvenses, %	91.67	-

En el 63.18% de los ranchos, los animales toman el agua de pozos; y en el resto, de jagüeyes y ríos. En el estudio de los indicadores epizootiológicos (cuadro 4) se demostró que todos los ganaderos desparasitaban a los animales, externa e internamente; pero no rompen el ciclo de vida de los parásitos, porque el reposo en los cuartones fue menor de 21 días. La mortalidad fue baja, tanto en adultos como en crías y las causas fundamentales fueron los problemas de subnutrición y mal manejo. De las ocho vacunas que se recomiendan en la región, sólo se utilizaban cuatro; por lo que los animales quedaban expuestos a numerosas enfermedades prevenibles.

Cuadro 4
Elementos del control epizootiológico en 24 ranchos ganaderos de Campeche.

Indicadores	Proporción, %
Realización de exámenes coprológicos de helminto-ovoscopia de flotación	12.50
Realización de la desparasitación interna	100
Realización de la desparasitación externa	100
Realización del diagnóstico de tuberculosis y brucelosis	66.67
Desratización en las instalaciones	37.50
Desinfección de las instalaciones	20.83
Mortalidad en adultos	1
Mortalidad hasta el primer año de vida	10.23

En uno de cada tres ranchos no se practican diagnósticos de brucelosis y tuberculosis; no se controlan a los roedores en las instalaciones en el 62.50% de los ranchos; ni se realiza la desinfección mecánica, física y química de las instalaciones, en el 79.17% de los ranchos. Particularmente, los ganaderos del municipio Palizada requieren una atención especial, pues su ganado posee condiciones de hábitat y manejo que facilitan la proliferación de parasitosis, brucelosis y tuberculosis, porque la mayoría de los pastizales en este municipio se ubican en zonas bajas que permanecen bajo las aguas, de cuatro a seis meses cada año; y se realiza un desplazamiento estacional de la masa bovina del municipio, entre zonas bajas y altas, donde se mezclan los animales de diferentes productores, hasta que las aguas bajen y retornen a cada rancho. Sin embargo, la perspectiva del estado de Campeche fue declararse en fase de erradicación de la tuberculosis bovina, entre 2012 y 2013.

En cuanto a la tenencia de registros y controles, dos de cada tres ranchos poseen registros de salud animal, 41.67% con el control de movimiento del hato, 33.33% de reproducción, 25% de producción y económicos sólo el 8.33%. Esto limita el conocimiento del resultado real del trabajo de los productores y la búsqueda de alternativas para resolver los problemas de los ranchos.

Con los resultados de esta caracterización de los 24 ranchos se implementaron los tres proyectos de transferencia de tecnologías. En ellos, se utilizaron pancartas o lonas con los esquemas y fotografías de las principales tecnologías y procedimientos, trípticos divulgativos y manuales técnicos, como materiales educativos.

Se impartieron pláticas, talleres y actividades de promoción y divulgación y se realizaron días demostrativos de campo, en 10 ranchos donde se tenían las tecnologías completas (cuadro 5). Se debatieron cuatro videos educativos (tecnología de siembra, establecimiento y utilización de los bancos de biomasa del Cuba CT-115; uso de silvopastoreos con leucaena; elaboración de ensilaje de caña de azúcar y tecnologías para la producción de carne

y leche bovina en pastoreo y estabulación en el área tropical) y se realizaron exposiciones tecnológicas en las ferias ganaderas de Champotón, Escárcega y Hopelchen. Con estos medios y formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje se capacitaron 2,487 productores del estado.

Cuadro 5
Principales actividades que se realizaron en los 3 proyectos,
en el primer año de trabajo.

Cantidad de actividades y productos	Proyecto de producción de pastos	Proyecto de producción de leche	Proyecto de producción de carne
Realización de días demostrativos de campo	2	2	3
Talleres y actividades de promoción y divulgación	1	4	2
Elaboración de trípticos	3	1	1
Entrega de manuales técnicos	1	1	1
Realización de pancartas o lonas tecnológicas	11	11	17
Pláticas o conferencias especializadas	2	5	3
Número de visitas promedio a productores por año	38	53	125
Cantidad de nuevas tecnologías transferidas	5	10	9

Las principales tecnologías que se implementaron fueron:

1. Producción de semillas de pastos y forrajes.
2. Compostaje, uso del humus de lombriz y fertilizantes químicos.
3. Siembra, establecimiento, rehabilitación y regionalización de pastos y forrajes.
4. Control integral de plagas y enfermedades de los pastos y forrajes.
5. Sistema de manejo racional de pastizales y uso del cerco eléctrico.
6. Utilización de los bancos de biomasa del Cuba CT-115.
7. Racionamiento y formulación de alimentos, balances forrajero y alimentario.
8. Forraje enriquecido de Cuba OM-22, Cuba CT-169 y caña de azúcar.
9. Elaboración y uso de *saccharina* rústica y harina de caña de azúcar.
10. Formulaciones de bloques multinutricionales.
11. Elaboración y uso de dietas integrales.
12. Formulaciones de granulados activadores de la fermentación del rumen.
13. Amonificación de alimentos fibrosos con bajo valor nutritivo, pajas y residuos.
14. Elaboración y uso de ensilajes en bolsas y preparación de inóculos artesanales.
15. Formulación de melaza con urea, del 1 al 3% y fabricación de lamederos rústicos.
16. Elaboración y utilización de heno y henaje.

17. Fabricación de ensilaje de pescado.
18. Elaboración y utilización de suplementos minerales.
19. Manejo y alimentación animal diferenciada por especie, categoría y fin productivo.
20. Diseño de la correcta rutina de ordeño manual y mecanizado y control de mastitis.
21. Implementación y utilización de silvopastoreos con leucaena.
22. Elaboración y utilización de registros y controles técnicos en ranchos ganaderos.
23. Aplicación de programas de selección, cruzamiento y mejoramiento animal.
24. Implementación de sistemas informáticos del ICA para el desarrollo de la producción bovina.

Se logró que en el 100% de los ranchos se utilizaran los sistemas de registros y control productivo, reproductivo, de gastos e ingresos, entrada y salida de los animales, distribución de la tierra, control de indicadores de manejo del pastizal y la salud animal. Esta información permitió que los productores percibieran el éxito de las transformaciones que se realizaban y se motivaran a continuar en el proceso de mejora.

En el estudio también se observó que el trabajo de las mujeres propietarias y familiares en los ranchos es muy importante, para la implementación de las mejoras tecnológicas y el control de la información.

El uso del sistema de cerco eléctrico (con la capacitación correspondiente) fue la más importante transformación en la disponibilidad de equipamiento de los ranchos (donde se llegó al 100%), con la aplicación de la tecnología del pastoreo racional, para mejorar el manejo de los pastos.

Se trabajó en el ordenamiento del sistema de crianza, selección y cuidado diferenciado de las hijas de las mejores vacas, para: garantizar el reemplazo exitoso, manejo de los sementales, con sistema de cubrición por monta dirigida y descanso de los machos.

En la distribución de pastos y forrajes mejorados se hizo énfasis en resolver el problema del desbalance de alimentos voluminosos en el período poco lluvioso del año, con la regionalización de especies, según las características topográficas y de drenaje de los ranchos.

Durante el primer año de trabajo se plantaron 54 ha de bancos de semillas de la variedad cubana de *Pennisetum purpureum* Cuba vc. CT-115 para pastoreo y se logró terminar áreas con la tecnología completa del 30% del área de pastoreo con banco de biomasa de Cuba CT-115.

Se introdujeron los nuevos *P. purpureum* de corte Cuba vc. OM-22 y Cuba vc. CT-169, con 15.50 ha y 0.50 ha, respectivamente, y 0.50 ha de caña de azúcar.

Se centró la atención en la educación de los ganaderos, respecto a la protección, potenciación y uso de las leguminosas herbáceas y arbustivas nativas de la región, para mejorar la calidad nutritiva de la dieta de los animales.

Se prestó especial interés al aprovechamiento de las materias primas locales y regionales para la elaboración de alimentos en los ranchos.

Se rectificaron los errores que se detectaron en la rutina de ordeño y el manejo animal diferenciado por especie, categoría y fin productivo; y se logró el doble ordeño, en el 17% de los ranchos.

Se trabajó en el ajuste de los frentes de comederos y del espacio vital de las instalaciones, para reducir los efectos negativos de la dominancia y garantizar el bienestar animal.

Se incidió positivamente en el desarrollo de la cultura higiénico-sanitaria entre los productores, la limpieza y desinfección de las instalaciones, el tiempo de reposo en la rotación de los pastizales para reducir la re-infestación parasitaria.

Lo anterior, con particular énfasis en las áreas de pastoreo de los becerros lactantes que, por lo general, se reducían a un solo potrero, con pastoreo continuo; y se logró llegar al menos a cuatro divisiones en estas áreas; y, el uso de áreas de cuarentena, donde permanecen los animales que ingresan nuevos a los ranchos y durante las 48 horas siguientes a las desparasitaciones; esto, para reducir la deposición de semillas de plantas provenientes de otras fincas que traen en sus sistemas digestivos y la carga parasitaria que depositan con los excrementos en los pastizales, luego de las desparasitaciones. Estos excrementos se creman o depositan en zonas de la finca que no contaminen a los animales.

Se entregó a la Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Campeche una proyección tecnológica específica, a desarrollar durante tres años, para reducir los efectos negativos de las inundaciones en la producción bovina del municipio Palizada y la incidencia de brucelosis y tuberculosis en esta área.

Se pudo comprobar el aumento de la producción de leche y carne en dos de los productores líderes. Se llegó a 60,000 L más de leche (de enero a agosto de 2012), respecto a similar etapa del año 2011, con la aplicación de las nuevas tecnologías, en uno de los ranchos donde se trabajó. Esto se pudo constatar, porque el ganadero posee los registros de producción de leche de los años anteriores en sus archivos.

En producción de carne, la aplicación de las nuevas tecnologías permitió alcanzar ganancias de peso de 1 kg. animal⁻¹. día⁻¹ (± 0.17) en dos ciclos sucesivos de ceba en estabulación, con toros mestizos de *Cebú* que se alimentaron con dietas integrales, elaboradas en el rancho y forraje mezclado de caña de azúcar y Cuba OM-22.

Discusión

En este trabajo se demostró la importancia de realizar la caracterización de los ranchos ganaderos, para detectar los principales problemas de los sistemas de producción animal y sus posibles soluciones, como base para el desarrollo de proyectos y programas efectivos de transformación y transferencia de tecnologías.

En el estudio del nivel educacional de los propietarios de los 24 ranchos, se demostró que la mayoría (70.83%) tenían nivel primario, básico, o eran analfabetos. Esto se pudiera relacionar con las menores condiciones para el estudio que poseen las personas de las áreas rurales y la edad promedio de los dueños de los ranchos (45 años). La proporción de analfabetos coincidió con los resultados del censo de 2005 en México, donde se determinó que el 8.50% de la población mayor de 10 años de edad era analfabeta (INEGI, 2010).

Galindo (2001) demostró que el nivel de educación básica, la exposición a los medios de comunicación, la relación con los extensionistas y el fatalismo geográfico afectan la transferencia de tecnologías en la ganadería de México. Sin embargo, los ganaderos

que participaron en los tres proyectos mantuvieron una disciplina tecnológica, nivel de comunicación y disponibilidad de recursos que garantizó el éxito del trabajo. No obstante de que su nivel educacional mayoritario no era medio o alto, los medios de enseñanza que se utilizaron (pancartas o lonas, trípticos, manuales, las conferencias y otros), permitieron el desarrollo exitoso de los proyectos.

En la distribución de la tierra para la ganadería (cuadro 1) se destacó la insuficiente cantidad de áreas forrajeras (0.49% del área de los ranchos), para alimentar los animales en el período poco lluvioso del año, cuando se reduce la disponibilidad de pastos.

Plantas forrajeras, como el *King grass* y la caña de azúcar, poseen gran relevancia en la compensación del desbalance estacional de pastos en el área tropical. El hecho de que no se utilicen suficientemente éstas, u otras opciones (como la elaboración de heno y ensilajes o el uso de balanceados comerciales), pudiera indicar la carencia de los recursos y conocimientos necesarios, para paliar los efectos alimentarios negativos de la sequía en la ganadería del estado.

Livas (2014) también reportó que la ganadería tropical de México no utiliza adecuadamente las tecnologías de alimentación disponibles –como el uso de la caña de azúcar– que permitan cubrir el déficit de pastos del período poco lluvioso del año. Al respecto, Juárez *et al.* (2009) plantearon que la caña de azúcar todavía no se utiliza de manera eficiente en la ganadería de México.

Por otra parte, Aranda *et al.* (2000) demostraron que la caña de azúcar constituye una opción viable para la alimentación del ganado durante la época de estiaje en el trópico mexicano. Sin embargo, su uso no se encuentra bastante extendido entre los ganaderos. No obstante, existen más de 600 mil ha de caña de azúcar, en los 15 estados que se ubican en la zona tropical de México; entre ellos, se encuentra Campeche (FUNPROVER, 2007). Es por eso que, como parte del proyecto, se plantó la caña de azúcar en algunos ranchos, para extender su semilla entre los ganaderos de la zona.

La aceptación y propagación de las nuevas variedades de *King grass* Cuba CT-115, Cuba OM-22 y Cuba CT-169 (con 70 ha al cierre de los proyectos de 2012), es una fortaleza que permitirá disponer de mayor cantidad de alimentos voluminosos entre los productores del estado.

Estas variedades se introdujeron en el estado de Campeche desde el estado de Yucatán. El Cuba CT-115 llegó a Yucatán en 2002, mediante un convenio que se firmó entre el ICA, el Centro de Desarrollo Tecnológico de FIRA (en Tantakín) y el Instituto Tecnológico de Conkal. El Cuba CT-169 se introdujo en 2005 y el Cuba OM-22 en 2006 (Anon, 2009).

La presencia y aceptación que han tenido los pastos cultivados (55.40% del área de los ranchos) coincide con los reportes de Martín *et al.* (2007); quienes determinaron que estos pastos representan la fuente principal de alimentación para los rumiantes en México.

Los géneros de pastos cultivados predominantes en los ranchos donde se trabajó fueron: *Cynodon* y *Panicum*, en las zonas de mejor drenaje y más altas de los ranchos; y *Brachiaria*, en las áreas inundables. Al respecto, Pizarro (2005) planteó la importancia de regionalizar los pastos, lo cual se tuvo en consideración en el estudio; donde se de-

mostró que es necesario extender también el uso de las leguminosas entre los productores del estado.

La importancia de estas tres especies de pastos cultivados en la ganadería tropical de México coincidió con los reportes de Hernández *et al.* (2001), Válerio *et al.* (2001) y Cruz (2009). En los informes de CIAT (2003) se demostró que *Panicum* y *Brachiaria* fueron importantes adopciones de México desde Colombia, en 1988; y se distribuyeron en toda la región tropical del país, con gran aceptación. Según Argel (2006), la introducción de estos pastos mejorados en México propició el aumento de la producción de leche vacuna, en 24% y 5% en la producción de carne bovina.

La distribución y disponibilidad de los recursos (figura 1) es otro factor que varios autores consideran esencial, para el desarrollo de la ganadería. En nuestro estudio dimos un peso fundamental a la utilización eficiente de los pastos. El manejo inadecuado de los pastizales puede ser fuente de su deterioro, como lo demostraron Holmann *et al.* (2004), en áreas de pastoreo tropical; donde vincularon al mal manejo de los ecosistemas de pastizales a la consecuente pérdida de la producción de leche y carne bovina. Es por eso que se entregaron equipos de cerco eléctrico y alambre al 100% de los productores que participaron en los tres proyectos, para implementar el pastoreo racional.

Al respecto, Figueroa *et al.* (2003), Pineda (2007) y Díaz-Untoria (2008), señalaron que los recursos que se asignen al desarrollo de la ganadería y el éxito de programas de transferencia de tecnologías se deben unir a la solución de las necesidades y problemas reales de los productores; todo ello, con la asistencia técnica, la capacitación y el ajuste de los sistemas. En este sentido, la caracterización inicial de los ranchos sirvió de base para la realización de los proyectos de transferencia tecnológica.

Galindo (2001) refirió que las afectaciones en la adquisición de recursos para el desarrollo agropecuario han reducido la productividad de la ganadería en México, que es tres veces inferior al promedio del resto de los sectores económicos del país; por lo que muchos ganaderos consideran la producción bovina como un negocio poco lucrativo. Esto se podría reflejar en el estancamiento tecnológico de los sistemas de crianza, la afectación del nivel de vida de los ganaderos, la transformación del fin productivo y el uso de la tierra de los ranchos.

Los resultados de los indicadores de estructura, genética y reproducción animal (cuadro 2) coincidieron con los de Lamothe (2002), respecto al predominio del ganado doble propósito en Campeche y otros estados de la península de Yucatán, el Golfo de México y la costa del Pacífico.

Los estudios de Tewolde *et al.* (2002) y Espinosa (2002) refirieron que *Cebú*, *Suizo pardo*, *Holstein* y sus mestizos y *Simmental* conformaron los principales sistemas doble propósito del trópico mexicano. En los estudios de Hernández *et al.* (2001) se determinó el predominio de vacas cruzadas *Holstein* × *Cebú*, *Suizo pardo* × *Cebú* y *Holstein* × *Suizo pardo* × *Cebú* en hatos ganaderos de Yucatán; y observaron que los cruces *Holstein* × *Cebú* mostraron los mejores indicadores productivos y reproductivos, en las condiciones edafo-climáticas de esta península.

Los resultados de la caracterización de los indicadores reproductivos de los ranchos coincidieron con los de Martínez (1992), Villa-Godoy y Arreguín (1993), quienes detectaron deficiencias en la reproducción de hatos ganaderos en el trópico mexicano. Estas afectaciones implicaron la tardía incorporación de las hembras a la reproducción que influyeron en el aprovechamiento de la vida útil de las vacas.

Además, problemas en la categoría de hembras jóvenes en desarrollo donde se produjo el primer parto, entre 3-4 años de edad, con sólo 3.60 lactancias promedio, de 160 días, en 9.60 años de vida de las hembras y largos períodos de anestro. Arrellano *et al.* (2006) determinaron también que el primer parto tardío y el número de partos fueron de los factores que más incidieron en los indicadores reproductivos del ganado bovino en la zona tropical de México; por lo que estos autores sugieren la necesidad de mejorar los sistemas de crianza del ganado joven y el manejo de las hembras.

En nuestra investigación se determinó que el manejo inadecuado de los sementales, la relación superior a 25 hembras incorporadas a la reproducción por semental y la insuficiente disponibilidad de alimentos, pudieran ocasionar deficiencias reproductivas en los hatos. En estos factores se enfatizó, durante la transformación propuesta, en el desarrollo de los proyectos.

En el estudio de los indicadores del manejo y la alimentación animal (cuadro 3) se demostró la necesidad de implementar cambios en los sistemas de crianza diferenciados por categoría y fin productivo, como se realizó ulteriormente en los proyectos. Livas (2014) reportó que los destetes tardíos (de 6-8 meses de edad), con pesos entre 150-160 kg, la incidencia de enfermedades parasitarias y el deficiente uso de suplementos para las crías y el ganado joven, son problemas de manejo que afectan la producción ganadera del trópico mexicano. Estos problemas también se vieron reflejados en nuestra caracterización de los ranchos del estado de Campeche.

El uso de recursos y materias primas locales y regionales para la elaboración de alimentos en los ranchos ganaderos fue insuficiente. Estos resultados coincidieron con los de Galarza (2008), quien demostró que la producción pecuaria de México posee gran dependencia de los alimentos externos y consume 20 millones de t de granos por año; lo que hace a los ganaderos muy susceptibles a las fluctuaciones del mercado externo.

Por otra parte, los estudios de Avilés (2014), Galarza (2008) y Juárez *et al.* (2009) demostraron que México importa, como promedio anual, el 60% de los granos y alimentos que utiliza la ganadería vacuna. En este sentido, se transfirieron numerosas tecnologías y formulaciones para la elaboración y uso de suplementos, con la inclusión de materias primas accesibles a los ganaderos del estado.

Se entregaron formulaciones de suplementos minerales para cubrir su carencia que se detectó en la caracterización por especie, categoría y fin productivo. Al respecto, Cabrera *et al.* (2014) señalaron también que la suplementación mineral fue insuficiente en ranchos ganaderos del estado de Quintana Roo, en la península de Yucatán.

Ellos señalaron que, en estudios bromatológicos de los pastos *B. mutica*, *Humidicola* y *Brizantha*, Guinea de las variedades *Tanzania* y *Mombaza*, *C. plectostachyus* y *P. purpureum*, se encontraron contenidos bajos de Ca, P y Mg y altos de K y Fe, con

deficiencias de Mn, Zn y Cu, que no se cubrían con el suplemento mineral que utilizaban los ganaderos.

Los elementos del control epizootiológico (cuadro 4) evidenciaron la necesidad de incrementar el control del diagnóstico de la brucelosis y tuberculosis bovina que es un tema de gran importancia, en coincidencia con el informe de la OPS (2008). En este trabajo, se destacó la afectación de humanos por brucelosis y, particularmente, por tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) en México. Al respecto, Martínez *et al.* (2000) destacaron la importancia de controlar y utilizar métodos de diagnóstico, rápidos y efectivos, para la tuberculosis y brucelosis que producen importantes afectaciones económicas a la ganadería y la salud humana.

Otro elemento importante en el estudio de los indicadores de salud animal es la mortalidad en crías. Los resultados obtenidos en la caracterización concuerdan con lo reportado con Vaccaro (1989), quien observó que la mortalidad de becerros de doble propósito en el trópico mexicano fue alta; lo cual se relacionó con deficiencias en el manejo del ganado joven, la baja producción de leche de algunas vacas, la deficiente aptitud materna de diferentes proporciones *Bos taurus* × *Bos indicus* con los que se trabaja en la región y la incidencia de enfermedades, fundamentalmente parasitarias.

Es por eso que en los proyectos se trabajó en el control de estas entidades nosológicas en algunas zonas del estado; donde predominan terrenos bajos e inundables (como en el municipio de Palizada) y el control de la rotación de los pastos en áreas para becerros lactantes.

Se identificaron limitantes en la tenencia de registros y controles técnicos, similares a las que observó López (2000), quien determinó su deficiencia entre los ganaderos mexicanos que sólo poseen controles generales y muy escasa información económica.

Galindo (2001) consideró que generar un incremento en los registros y controles técnicos de la ganadería es uno de los aspectos más sensibles que determinan el éxito de la asistencia técnica y la transferencia de tecnología. Es por eso que en estos proyectos se trabajó en el desarrollo de registros y controles técnicos en todos los ranchos.

Se coincidió con los criterios de Senra *et al.* (2010), quienes plantearon que es necesario el uso de estrategias de mediciones y controles sistemáticos de índices de sostenibilidad y eficiencia para la aplicación y el ajuste de las tecnologías; particularmente, en el caso de las foráneas, que se deben adecuar a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales.

En general, la caracterización de los ranchos ganaderos permitió reducir sus principales deficiencias, con la asignación y uso eficiente de los recursos, para el desarrollo de proyectos de transferencia de tecnologías.

Conclusiones

Se logró caracterizar 24 ranchos ganaderos del estado de Campeche, donde predominaron los propietarios con educación primaria (33.33%); el 55.40% del área con pastos cultivados y el 0.41% con forrajes para la época poco lluviosa; en el 8.33% de los ranchos se fabricaban alimentos; el 50% tenía cerco eléctrico, con 1.28 unidades de ganado mayor. hectárea⁻¹; las vacas representaron el 64.01% de las hembras; las novillas de dos años al parto el 18.12%; las hembras del nacimiento al año el 12.80%, y de 1-2 años el 5.07%.

En el hato predominaron el *Cebú* (33.33%) y *Suizo pardo* (29.17%) y en los sementales, los *Mestizos de Holstein* (25%) y *Beef master* (20%), con 35 reproductoras. semental¹; se utilizaron 4 de las 8 vacunas recomendadas en el estado; la mortalidad anual en crías fue del 10.23%; y el 66.67% de los productores tenían registros de salud, 41.67% de movimiento del hato, 33.33% de reproducción, 25% de producción y 8.33% de economía.

Los resultados de los tres proyectos de transferencia de tecnologías, en producción de leche, carne bovina y pastos (durante 2012), fueron satisfactorios.

Se capacitaron 2,487 productores en siete talleres y actividades de divulgación y promoción, 10 conferencias especializadas, la entrega de cinco trípticos, tres manuales técnicos, la exposición de 39 lonas o pancartas tecnológicas, la realización de siete días de campo demostrativos con las tecnologías de producción, que se transfirieron en los 10 ranchos con mejores resultados que se seleccionaron como demostrativos.

Se logró el uso de controles técnicos, cerco eléctrico y alimentos elaborados en todos los ranchos; se plantaron 54 ha de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115, 15.50 ha de Cuba OM-22 y 0.50 ha de Cuba CT-169.

Se realizaron 216 visitas de acompañamiento a los productores; se transfirieron 24 nuevas tecnologías.

Y se logró comprobar el incremento de la producción láctea en 60,000 L, de enero-agosto, respecto a igual período de 2011 y alcanzó 1 kilogramo. animal⁻¹. día⁻¹ en dos ciclos sucesivos de ceba en estabulación, en ranchos de productores líderes.

Agradecimientos

A los ganaderos y sus familiares: Santana Flores Cano, Lino López Rito, Celerino Eriza Pineda, Lauro Hernández Antonio, Guadalupe Tejero Manrique, Luis Lara Argüelles, Rubén Saqui Becerra, Wulfrano Guzmán Gómez, Ramón Ayil Balan, Edel Chan Canul, Víctor Cruz Castro, Manuel Lagunes López, Felipe Sosa Alarcón, Fernando Moo Palomo, José Manuel Flores, Rodrigo M. Chan, Francisco Álvarez, Jesús Alejandres López, Segundo Zamudio Sena, Manuel Domínguez, Eladio Peña Silva, Octavio López González, Candelaria Espinosa Hernández y Jorge Pool Novelo; a todos ellos, por su valiosa contribución para la realización de este trabajo.

A los trabajadores de la Asociación Ganadera Regional, Secretaría de Desarrollo Rural; gobiernos locales y regionales, y Fundación "Produce"; por su apoyo, colaboración y financiamiento.

A los árbitros y editores de la revista *Avances en Investigación Agropecuaria* (AIA), por la colaboración brindada para la publicación de este material.

Literatura citada

- Anon. (2009). *Investigadores del Instituto Tecnológico de Conçal destacan potencialidades de pastos resistentes a la sequía. Reporte técnico*. 11 de septiembre, Mérida, Yucatán, México.
- Aranda, E.; Ramos J. y Mendoza, G. (2000). *Caña de azúcar en la alimentación de bovino*. Gobierno del estado de Tabasco. Instituto para el desarrollo de sistemas de producción del trópico húmedo de Tabasco. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Manual editado por la alcaldía de Villahermosa, Tabasco, México. 13 pp.
- Argel, P.J. (2006). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. Colombia. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14 (2): 65-72.
- Arrellano, S.; Martínez, J.; Romero, E.; Briones, F.; Domínguez, M. y de la Garza, F. (2006). Factores genético-ambientales que afectan el intervalo entre partos y días a primer parto en ganado de doble propósito en el norte de Veracruz. Universidad de Colima, Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 10 (001): 43-53.
- Avilés, S. (2014). *Revista Ganadero*. Comentarios sobre la ganadería de la región. Marzo-abril. Disponible en: <http://www.revistaganadero.com/Noticias/207/loqueseoye.html> (Consultada en enero de 2014).
- Balzarini, M. G.; Casanoves, F.; Di Rienzo, A. J., González, A. L. y Robledo, W. C. (2001). *INFOSTAT. Software estadístico. Manual de usuario*. Versión 1. Córdoba, Argentina.
- Cabrera, T. E. J.; Sosa, E. E. R.; Castellanos, A. F. R.; Gutiérrez, A. O. B. y Ramírez, J. H. S. (2014). Comparación de la concentración mineral en forrajes y suelos de zonas ganaderas del estado de Quintana Roo, México. *Rev. Veterinaria México*. 40 (2). Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-50922009000200006_yscript=sci_arttext. (Consultada en enero de 2014).
- CIAT. (2003). *Informe anual del proyecto de forrajes tropicales*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- Cruz, L. P. I. (2009). *Evaluación agronómica de 23 genotipos de Brachiaria humidicola en el trópico húmedo de México*. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo, Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad, Ganadería. Texcoco, México. 119 pp.
- Díaz-Untoria, J. A. (2008). *Contribución al desarrollo de un sistema de transferencia de tecnologías para el Instituto de Ciencia Animal*. Su impacto en la ganadería cubana. Tesis en Opción al Grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 76 pp.
- Díaz, C. A. (2008). *Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 132 pp.
- Espinosa, R. (2002). La inseminación artificial en el trópico, ¿realmente funciona? *Memorias. IX Curso Internacional de Reproducción Bovina*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 135-137.
- Figuroa, S. B.; González, F. V. C.; Jaimes, A. E.; Villanueva, J. A. J.; Pérez, P. H.; Bucio, L. A.; Alemán, M. V.; Castagné, A. C.; Ferrari, R. P.; Prigada, E. I. M.; Legarreta, O. G.; Román, H. P.; Faibre, H. W.; del Ángel, L. C.; Aguilar, C. A.; Alarcón, E. T.; Baldizán, A. R.; Legarreta, O. G.; Acosta, E. M.; Zamora, C. G. y Franyutti, O. M. (2003). *Necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz*. Colegio de Postgraduados, Fundación Produce, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Tepetates, Veracruz. 151 pp.
- FUNPROVER. (2007). Sustentabilidad y competitividad en la agroindustria de la caña de azúcar, busca el PRONAC 2007-2012. Fundación Produce Veracruz. *Agroentorno*. Dic. (91): 41-43.
- Galarza, M. (2008). *Situación del sector pecuario en México*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Taller sobre captura y aprovechamiento de metano proveniente de residuos agropecuarios. 25 pp.
- Galindo, G. G. (2001). Uso de innovaciones en el grupo de ganaderos para la validación y transferencia de tecnología "Joachin", Veracruz, México. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. *Terra Latinoamericana*. 19 (004): 385-392.

- Henman y Asociados. (2011). *Informe técnico de evaluación productiva de ranchos ganaderos en el estado de Campeche, México*. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado.
- Hernández, R. E.; Segura, V. M. C.; Segura, J. C. C y Osorio, M. M. A. (2001). Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. *Agrociencia*, 35: 699-705.
- Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, R. D.; Burgos, C.; Pérez, E.; Ramírez, G. y Medina, A. (2004). *¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Documento de trabajo No.196. Cali, Colombia.
- INEGI. (2010). *Estadísticas históricas de México*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Comunicado No. 008/10. 13 de enero de 2010. Aguascalientes, AGS.
- Jones, J. M. J.; Ochoa, R. F. O.; Sherwell, P. C.; Cruz, C. F.; Knutson, R. D.; Westhoff, P. C. y Scott, D. B. (2008). *Proyecciones para el sector agropecuario de México. Escenario base 2009-2018*. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SEGARPA) de México; Agriculture and Food Policy Center, Texas A&M University; Food and Agricultural Policy Research Institute, University of Missouri. 76 pp.
- Jordán, H.; Galindo, J.; Ruiz, T. E.; Castillo, E. y Martín, P. C. (2005). *Informe final de proyecto "Uso de activadores en la fermentación ruminal de bovinos"*. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 23 pp.
- Juárez, L. F.; Vilaboa, A. J. y Díaz, R. P. (2009). *La caña de azúcar (Saccharum officinarum): una alternativa para la sustitución de maíz (Zea mays) en la alimentación de bovinos de engorda*. Reporte técnico.
- Lamothe, C. Z. (2001). Manejo reproductivo de los bovinos de doble propósito. *Memorias. IX Curso Internacional de Reproducción Bovina*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 27-31.
- Livas, C. F. (2014). *Experiencias en producción de carne bovina bajo pastoreo en el trópico*. Centro de enseñanza, investigación y extensión de ganadería tropical (CEIEGT), Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Disponible en: http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz_00g023.pdf (Consultada en enero de 2014).
- López, M. A. de S. (2000). La economía ganadera en Chihuahua: lineamientos generales en la segunda mitad del siglo XIX. *Colegio de Michoacán, Zamora, México. Relaciones*. 21 (81): 201-232.
- Martín, A. M. U.; Hernández, G. A. Q.; Enríquez, J. F.; Pérez, P. J.; Zaragoza, R. J. L.; Velasco, Z. M. E. y Avellaneda, C. J. (2007). Efecto de asignación de forraje, en pastoreo, sobre pasto insurgente y producción de vaquillas en el trópico húmedo. *Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. Agrociencia* 41 (001): 1-12.
- Martínez, V. I. O.; Becerril, P. M.; Flores, M. B. y Morales, A. L. (2000). Diagnóstico simultáneo de brucelosis y tuberculosis mediante PCR-Multiplex. *Asociación Mexicana de Bioquímica Clínica, A. C., México. Bioquímica*, 25 (2): 53-57.
- Martínez, G. J. C. (1992). Edad al primer parto e intervalos entre partos en ganado Pardo Suizo criado en trópico subhúmedo. *BIOTAM* 4 (2): 65-71.
- Martínez, R. O.; Padilla, C.; Díaz, M. F.; Herrera, R.; Tuero, R.; Martínez G. y Ruiz, T. E. (2010). *Modelo de lechería tropical cubano*. ACPA 1. 45 pp.
- Martínez, R. O. (2010). *Bancos de biomasa con pasto elefante Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimento durante la seca en la producción de leche y carne*. Curso: Los alimentos y su utilización. Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin. Yucatán. México. 85 pp.
- Mejías, R. A. (2008). *Sistema para la producción de hembras bovinas de reposición, con asociación de gramíneas-leguminosas*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 129 pp.
- OPS. (2008). *Análisis de situación de los programas nacionales de prevención de brucelosis y tuberculosis por M. Bovis*. Reunión Inter-Agencial, informe final. Organización Panamericana de la Salud, Secretaría de Salud de México y Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SEGARPA) de México. Ciudad de México, D. F., 28 de septiembre de 2007. 17 pp.

- Pineda, Á. C. (2007). El proceso de transferencia de tecnología en el sector ganadero y de recursos naturales en la facultad de zootecnia. Creatividad y desarrollo tecnológico. Chihuahua, México. *Tecnociencia*, 1 (1): 60-63.
- Pizarro, E. A. (2005). Especies arbustivas, gramíneas y leguminosas para el trópico americano. *Memorias del IX Seminario de forrajes*; San Cristóbal (Venezuela). San Cristóbal: Universidad Nacional del Táchira, San Cristóbal, Venezuela: pp. 30-49.
- Plaza, J.; Martínez, Y. y Ybalmea, R. (2009). Roughage handling in the feeding of reposition female calves. *Cuban J. Agric. Sci.* 43:17.
- Rodríguez, A. D. (2009). *Caña de azúcar en dieta completa o suplementada con concentrados en raciones de ceba. Comportamiento biológico y evaluación económica*. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Mayabeque, Cuba. 118 pp.
- Sardiñas, Y. (2011). *Recuperación de pastizales de Panicum maximum Jacq. y control de Sporobolus indicus L. (R.) Br. (espartillo)*. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba. 124 pp.
- SAGARPA. (2011). *Serie técnica de datos estadísticos del desarrollo de la ganadería bovina en el estado de Campeche, México*. Informe técnico.
- Senra, A.; Soto, S. y Guevara, R. (2010). Guía estratégica sobre la base de reservas en alternativas de la ganadería cubana, para enfrentar la crisis económica global y el cambio climático. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 14 (3): 3-18.
- Tewolde, A.; Martínez, J. C.; Gutiérrez, E. y Magaña, J. (2002). Utilización estratégica de los recursos genéticos para la intensificación de los sistemas de producción bovina de doble propósito. *Memorias. IX Curso Internacional de Reproducción Bovina*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 121-133.
- Vaccaro, L. (1989). Pérdidas de animales jóvenes en rebaños doble propósito y posibilidades para reducirlos. *Memorias del V curso sobre ganadería de carne*. UCV, Maracay, Venezuela. pp. 23-35.
- Válerio, J. R.; Do Valle, C. B.; De Sousa, A. P. y Oliveira, C. M. M. (2001). Screening *Brachiaria* introductions for resistance to spittlebugs (homoptera: cercopidae). En: Gomide, J. A. (Eds.). *Proc. Int. Grass. 1. Congr. 19th Brazilian Soc. Anim. Husbandry*. Piracicaba, Brazil. pp. 232-237.
- Villa-Godoy, A. y Arreguín, A. (1993). Tecnología disponible y principales líneas de investigación para resolver el anestro postparto en vacas de doble propósito. *Memorias. XVI Simposium de Ganadería Tropical Veracruz, Veracruz*. pp. 55-84.

Recibido: Octubre 29, 2013

Inicio de arbitraje: Noviembre 29, 2013

Dictamen para autor: Enero 08, 2014

Aceptado: Mayo 05, 2014



Título: *Bosque en rojo*
Autor: Alberto Cruz Pacheco (“Cruz”)
Técnica: Acrílico/madera
Medidas: 80x120cm
Año: 2009

Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México)

Diagnosis and classification of family units with and without production of backyard hens in a community of Huatusco, Veracruz (Mexico)

Manuel Sánchez-Sánchez y José Antonio Torres-Rivera*

¹Centro Regional Universitario Oriente
Universidad Autónoma Chapingo
Km. 3 Carretera Huatusco-Xalapa, Huatusco, Ver. (C. P. 94100)
Tel.01 (271) 711 86 49

*Correspondencia: tora_sheep@hotmail.com
iaetzmanuel@yahoo.com.mx

Resumen

De un censo de 78 unidades familiares que conforman la comunidad de estudio, se obtuvo información de 38; éstos, cuentan con gallinas cuyo personal es responsable de: las aves, del estado de las instalaciones y equipo de trabajo, de conformación de la parvada, de técnicas de manejo, datos productivos y económicos, y de perspectivas de producción; asimismo, información de 30 familias sobre motivos para no dedicarse a dicha actividad. Mediante análisis de conglomerados fueron determinados tres tipos de unidades familiares con gallinas: productores con fin comercial (PFC), caracterizados por tener gallinas criollas para venta de carne y huevo, y tener planes de crecimiento de la parvada; productores para autoconsumo con venta de excedentes (PAV), que se distinguen por criar gallinas de raza comercial, y contar con mayor área de gallinero e implementos; y productores sólo para autoconsumo (PAC), que poseen gallinas de raza comercial, criadas en completa libertad en el traspatio y cafetales.

Abstract

This study analyzes the data obtained from 38 family units in which chickens were raised and a household member took responsibility of the birds, the condition of the facilities and other staff, flock makeup, management techniques, productive and economic data and production expectations. Information from other 30 households was taken as well, about the reasons for not engaging in such activity. Three types of households with chickens were found using cluster analysis: producers with commercial operations (PFC) characterized by the production of native hens and their eggs for sale, with plans to enlarge their flock; producers that raise chickens for self-consumption (PAV) which raise commercial breeds of hens, have a big area and diverse utensils for production and producers that raise free range chickens (PAC), and have commercial breeds. There were also two types of households without hens: ex producers (EX), those who have given up raising hens, mainly due to lack of space and loss of

Además de dos tipos de unidades sin gallinas: ex productores (EX), aquellos que han abandonado la actividad, principalmente por falta de espacio y por pérdida del interés; y familias que nunca han tenido gallinas (SN), principalmente porque les desagrada la cría de aves. Se concluye que, aproximadamente, la mitad de las familias están interesadas en las gallinas de traspatio, distinguiéndose tres tipos de productores, todos con instalaciones rústicas y manejo deficiente, especialmente en el cuidado de la salud de las aves; no obstante, otras familias de la comunidad también resultan beneficiadas por la producción excedente de aquéllas.

Palabras clave

Avicultura de traspatio, encuesta, *Gallus domesticus*, tecnología, tipología de productores.

interest, and families who have never had chickens (SN), mainly because they dislike the idea of raising hens. We conclude that about half of the families were interested in raising backyard chickens, and they were divided in three types of producers, all with rustic facilities and poor management, specifically in the birds' health care. However, other households in the community that were not interested in raising chickens benefit from the surplus production of those.

Keywords

Backyard poultry, survey, *Gallus domesticus*, technology, types of producers.

Introducción

La avicultura de traspatio es el aprovechamiento de animales, como: gallinas, guajolotes, patos y otras aves en el patio de la casa o alrededor de la misma; en ello, se tiene como característica ser a pequeña escala, realizada —en la mayoría de los casos— en áreas rurales, suburbanas y zonas marginadas (Aquino *et al.*, 2003).

La finalidad principal de la producción es el autoconsumo familiar y venta de excedentes. Proporciona proteína de origen animal y mejora la economía con la venta de huevo o carne. Complementa a la avicultura comercial, para un mercado que demanda productos diferenciados; por esto, se convierte en una escala económica difícil de medir (Gutiérrez *et al.*, 2007).

La falta de información en la literatura sobre la avicultura de traspatio, en regiones cafetaleras de México, limita las posibilidades de comprender su problemática y de impulsar acciones para su desarrollo. Aun en otras regiones del país la información disponible en la bibliografía es insuficiente (Gutiérrez *et al.*, 2007). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer y caracterizar la situación técnica actual de gallinas de traspatio en la comunidad de Tepetzingo, localizada en la región cafetalera de Huatusco, Veracruz, México.

Materiales y métodos

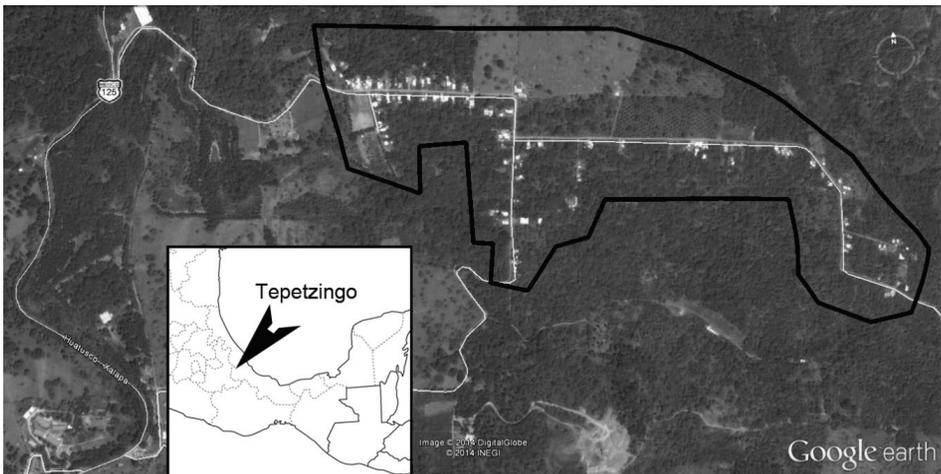
El trabajo de campo se realizó durante el mes de julio de 2011, en la comunidad de Tepetzingo, municipio de Huatusco, estado de Veracruz (México); localizada a 09 km al Noroeste de la cabecera municipal, entre las coordenadas 19°10'34.15" a 19°11'8.57" de Latitud N; 96°56'37.07" a 96°57'33.74" de Longitud O; y altitud de 1,230 a 1,345 msnm. La figura 1 muestra la ubicación geográfica de la comunidad de estudio. El clima

es semicálido húmedo (A)C(m)b(i)g, con temperatura media mensual de 19.10°C y precipitación total anual de 1,825 mm (García, 1988).

Para determinar el universo de estudio y hacer acopio de información se llevó a cabo un censo con la técnica de encuesta exhaustiva (Alvira, 2011), resultando un total de 78 unidades familiares. En cada una se entrevistó al jefe de familia o al miembro encargado del cuidado de las aves. Se diseñaron dos cuestionarios: el primero, para aquellas unidades que sí contaban con gallinas, conformado por 36 reactivos, organizados en ocho apartados: información personal del responsable de las aves, conformación de la parvada, inventario y estado de las instalaciones y equipo de trabajo, alimentación, reproducción, sanidad, producción y planificación; y el segundo cuestionario, para las familias que no tenían gallinas al momento de la entrevista, conformado por seis reactivos orientados a conocer si alguna vez habían tenido gallinas y los motivos de no contar actualmente con ellas.

Los datos de ambas encuestas fueron capturados en hoja electrónica del *software Microsoft Office Excel-2010®*, ordenados sistemáticamente y convertidos en variables numéricas para su análisis estadístico. De la primera encuesta fueron seleccionadas aquellas variables que mostraban alguna tendencia lógica de orden; con lo cual, se realizó un análisis de conglomerados mediante el procedimiento VARCLUS, opción COVARIANCE, del *software* estadístico SAS-9.1® para Windows (SAS Institute Inc., 2004), a un nivel de significancia admitido de $p \leq 0.05$, para distinguir diferentes tipos de unidades familiares de producción. Para la segunda encuesta, sólo se separaron aquellas familias que nunca han tenido gallinas de aquellas que alguna vez tuvieron. Posteriormente, cada tipo fue descrito y comparado usando medidas de tendencia central y de dispersión con el *software Microsoft Office Excel-2010®*.

Figura 1
Localización de la comunidad de estudio.



Fuente: Elaboración propia con base en imagen satelital del 05 de septiembre de 2011 de Google Earth V 7.1.2.2041 (consultado el 04 de abril de 2014).

Resultados

Tipología de unidades familiares

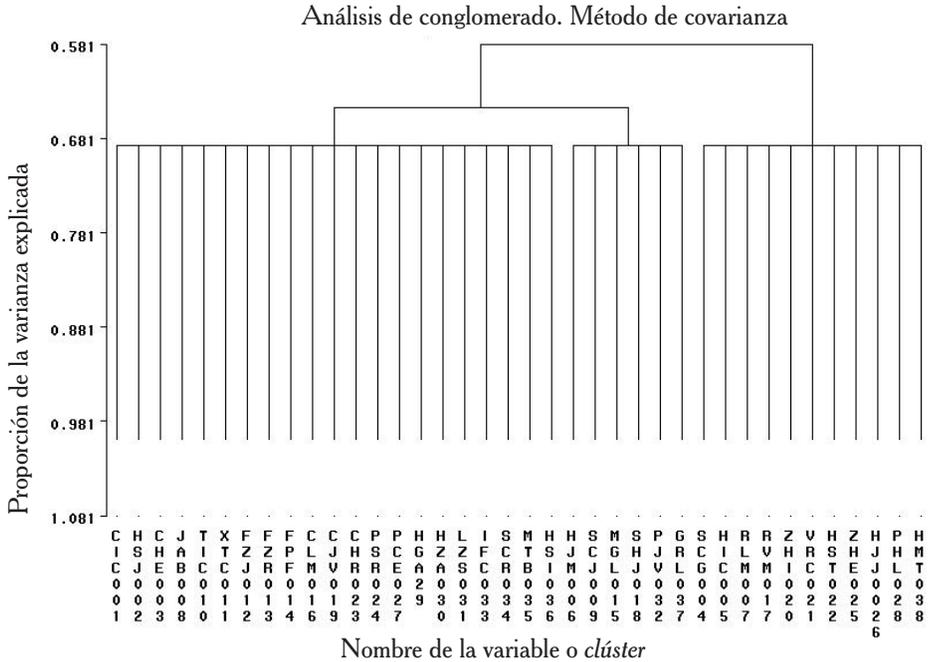
En la figura 2 se muestra el dendograma de similitud entre unidades familiares con producción de gallinas; de esto, resultaron tres tipos bien definidos de unidades, que son: productores con fin comercial (PFC, n=21), productores para el autoconsumo con venta de excedentes (PAV, n=6) y productores sólo para el autoconsumo (PAC, n=11). De la segunda encuesta se definieron dos tipos de unidades familiares sin gallinas: ex productores (EX, n=28) y familias que nunca han tenido gallinas (SN, n=12).

Características de los entrevistados

Edad. Los entrevistados se encontraron en un rango de 15 a 84 años; las personas más jóvenes fueron aquellas carentes de gallinas, donde los SN declararon una edad de 36.60 ± 14.40 años y los EX de 39.50 ± 14 años. Mientras que los productores de gallinas con mayor edad pertenecen al tipo PAC, con 47 ± 18.70 años; seguidos de los PAV, con 46.70 ± 21.90 años y los PFC, con 41.90 ± 17.50 años.

Escolaridad. La mayoría declaró escolaridad primaria, en donde el tipo AC es el que tiene más personas con dicho grado (81.80%). El tipo PAV se caracteriza por tener igual número de personas con primaria (50%) o secundaria (50%). El tipo PFC tiene 67% con primaria y 24% con secundaria. Entre las personas sin gallinas se encontró mayor escolaridad en el tipo SN; el 58% ostenta el grado de primaria y el 35% el de secundaria o preparatoria; y el tipo EX es el único que cuenta con una persona con estudios de licenciatura (3.60%), pero también 14% sin, al menos, estudios de primaria.

Figura 2
Dendrograma que representa los diferentes tipos de unidades familiares con producción de gallinas al momento de la entrevista.



Unidades familiares con producción de gallinas

Género del principal encargado de las gallinas. Las mujeres jefas de familia son las principales encargadas de la cría de gallinas (91.50%), pues se considera que es parte de las labores que les corresponde por permanecer en el hogar, mientras los maridos salen a trabajar a su parcela y los hijos van a la escuela. Los hombres que se encargan de las gallinas (8.50%) son aquellos de edad avanzada. El análisis por tipo de unidad arroja que hay mayor proporción de mujeres que respondieron a la encuesta de las unidades sin gallinas que de las que cuentan con ellas; así, las cifras arrojadas al respecto son de 100, 92.90, 90.90, 90.50 y 83.30% para SN, EX, PAC, PFC y PAV, respectivamente.

Motivos para tener gallinas. La respuesta fue variable y no siempre la esperada, predominando las de costumbre y comer sano. Entre los PAC, la principal razón es costumbre (55%) seguida de comer sano (36%) y ahorro económico (9%). Entre los ACV es por igual costumbre o comer sano (33%) y ahorro económico o negocio (17%). Mientras que entre los PFC predomina comer sano (43%), seguido –en una proporción un poco menor– por costumbre (38%); de este grupo, se esperaba que los motivos económicos fueran en mayor proporción, pero fueron de 14% por ahorro y 5% por negocio.

Antigüedad en la cría de gallinas. El rango es muy amplio, ya que se hallaron personas que recién empiezan y tienen menos de un año en la actividad, hasta quien manifestó 61 años de antigüedad. Por lo que en el tipo PFC es donde están los productores con más antigüedad (21.10 ± 20.30 años).

Tiempo que le dedican a las gallinas. El 52, 50 y 45% de los productores PFC, PAV y PAC, respectivamente, considera que la cría de gallinas es una actividad secundaria y distractora de las labores del hogar. De manera que sólo 18% le dedica tiempo completo y el resto tiempo parcial.

Estatus presente. La mayoría está conforme con su situación en la cría de gallinas y desea continuar por los beneficios económicos y nutricionales que obtiene; principalmente, los PFC, donde 71% mencionó que la actividad se encuentra consolidada o en crecimiento; le siguen los PAC y PAV, con 63 y 50%, respectivamente. El resto opinó que se encuentra estancada o decreciendo y que posiblemente abandonen la actividad; cuyas principales razones son, entre otras: malas experiencias, altos costos en alimentación y falta de espacio.

Planificación. Como se muestra en el cuadro 1, la mayoría de productores tiene algún plan que desea implementar, destacando el aumento del tamaño de la parvada a largo plazo y que otros planes son a corto plazo. Para los PFC, es importante también la venta de aves (29%), consolidarse como productores (24%) y son los únicos interesados en mejorar su infraestructura. Entre los PAV destaca, igualmente, la venta de aves (33%) y en los PAC, consolidarse (27%).

Cuadro 1
Porcentaje de productores según tipo de unidad familiar
y tipo de planes a corto o largo plazo para sus gallinas de traspatio
en Tepetzingo, Huatusco (Veracruz, México).

Planes	Tipo de unidades familiares de producción					
	PFC (n=21)		PAV (n=6)		PAC (n=11)	
	Corto	Largo	Corto	Largo	Corto	Largo
Sin planes	10	33	33	33	45	64
Aumento aves	24	38	17	50	18	27
Infraestructura	14	5	0	0	0	0
Venta de las aves	29	19	33	0	9	9
Consolidarse	24	5	17	17	27	0

PFC= productores con fin comercial; PAV= productores con autoconsumo y venta de excedentes; PAC= productores sólo con autoconsumo.

Composición de la parvada. En toda la comunidad de estudio se contabilizaron 747 aves, incluyendo gallinas (28.50%), gallos (10.30%), pollos y pollas de reemplazo (10.60%),

pollitos (45.50%) y animales de desecho (5%); repartidas en 38 unidades familiares, mismas que representan 48.70% del total de 78 viviendas; para un promedio de 17 aves unidad familiar⁻¹.

El fenotipo de las aves es, en 97% de los casos, de raza criolla; y en el 3% restante, comercial. Los PFC cuentan con 25.40 ± 18.40 aves criollas unidad familiar⁻¹; donde, 5.90 ± 6.80 corresponde a gallinas que se encontraban en postura; y el resto, en diferentes etapas productivas, con relación 1:2.34 gallo por gallinas. Los PAV cuentan con 5.20 ± 0.50 aves criollas unidad familiar⁻¹; donde, 2.70 ± 2.20 son gallinas en postura, con relación 1:2.65 gallo por gallinas. Los PAC cuentan con 3.90 ± 2.10 aves de raza comercial unidad familiar⁻¹; en ellos, el 3.10 ± 4.20 son gallinas en postura, con relación 1:4.45 gallo por gallinas.

Instalaciones. Debido al clima lluvioso imperante, es de suma importancia contar con la infraestructura básica necesaria para la sobrevivencia y mantenimiento de las aves. Se encontró que 43% del tipo PFC cuenta con gallinero, techado con láminas de zinc o de cartón, paredes de malla metálica, puertas de malla metálica o de costales de alimento; y, debido a la simplicidad, son pocas las que tienen ventanas; abarcando así, un promedio de 4.40 ± 3.60 m², para una densidad de 5.70 gallinas m⁻².

En el tipo PAV, 83% cuenta con un gallinero techado, con puertas y paredes de tela metálica; conteniendo así, en promedio, 16.20 ± 15 m², con una densidad de 0.32 gallinas m⁻². En el tipo PAC, 67% cuenta con gallinero, techado con lámina metálica o de cartón; donde, el 57% tenía paredes de lámina de cartón o de tela metálica, y ninguno contó con ventanas; asimismo, tienen un área promedio de gallinero de 13.20 ± 18.70 m², con una densidad de 0.29 gallinas m⁻².

La mayoría de productores respondió que el piso de su gallinero es de tierra y sólo en el tipo PFC 14% contestó que es de cemento, y mencionaron que lo pusieron para facilitar la limpieza; en el tipo PAV, 17% cuenta con piso de cemento y el resto de las personas utilizan otros tipos de piso; entre ellos, tablas de madera para tenerlos con cierta altura y facilitar la limpieza. La mayoría de los productores no tiene la costumbre de utilizar algún tipo de recubrimiento sobre el piso (también llamado “cama”), dentro del gallinero; donde las familias en PFC (9%) y PAC (18%) utilizan –como material– paja, cemento o madera.

Perchas y nidos. En el tipo PFC, 38% tiene perchas para que pernocten las gallinas, con un promedio de cuatro niveles de forma horizontal; en el PAV, 83% tiene perchas con tres niveles de forma horizontal; y en el PAC, la mitad de las unidades posee perchas con dos niveles, con un 60% que corresponde al de forma horizontal, y el resto, de escalera.

El nido es un lugar de refugio utilizado para postura e incubación de huevos. Los del tipo PFC tienen en promedio 1.70 nidos gallina⁻¹, colocados afuera del gallinero, ya sea por debajo del fogón o a la orilla de la casa, e inclusive, en el cafetal; para su construcción emplean follaje seco. Los del tipo PAV cuentan –en promedio– con un nido gallina⁻¹, colocado por fuera del gallinero o a la orilla de la casa, inclusive, dentro de la finca de café; estos productores utilizan acolchado de follaje seco. Los del tipo PAC cuentan –en promedio– con 1.1 nidos gallina⁻¹, colocados dentro del gallinero; usan como nidos cajas de madera con acolchado de follaje seco y costales reciclados de alimento comercial o de harina de maíz.

Recipientes y lugar de comedero. Pocas unidades cuentan con comederos, aquellas que tienen es una tolva, trastes de cocina de desecho u otros recipientes adaptados, pretextando los propietarios que sus gallinas no los necesitan por no ser aves de explotación comercial. Por consiguiente, del tipo PFC 86% da el alimento en el suelo; de los cuales, 52% no tiene lugar fijo para ofrecerlo, seguido por 38% que lo proporciona fuera del gallinero y solamente 9% lo hace dentro del mismo. En el tipo PAV, 50% da el alimento en el suelo y la otra mitad en comederos, con 50% que lo hace dentro del gallinero, 38% afuera del mismo y 17% no tiene lugar fijo. En el tipo PAC, 73% alimenta en el suelo y el resto en comedero, con 64% que lo hace en la parte externa del gallinero para que las aves complementen su alimentación en libertad buscando insectos; 28% no tiene lugar fijo y solamente 9%, dentro del gallinero.

Disponibilidad de alimento. Para la totalidad de entrevistados el ingrediente base en la alimentación diaria de las gallinas es el maíz. En segundo lugar están los desperdicios de cocina, en proporción de 66.70, 50 y 36.40% de unidades PFC, PAV y PAC, respectivamente. En relación inversa a estos últimos, están los forrajes verdes, que son utilizados por el 27.30, 16.70 y 9.50% de unidades PAC, PAV y PFC, respectivamente. Otros alimentos identificados fueron subproductos de la cosecha de plátano (PFC, n=1 y PAC, n=1) y alimento concentrado comercial (PAV, n=1).

Área de pastoreo. Pocos productores mantienen confinadas a sus gallinas en corral, es apenas el 33.30, 18.20 y 4.80% del tipo PAV, PAC y PFC, respectivamente. Los PFC prefieren el pastoreo en cafetales adjuntos a la vivienda (57%) y entre el vecindario (38%); los PAV permiten el pastoreo en cafetales (50%) o en el campo de fútbol de la comunidad (17%); y los PAC principalmente entre el vecindario (64%) o en el campo de fútbol de la comunidad (18%).

Selección de pie de cría. Es de gran importancia poseer buenos ejemplares cuyas características sean las deseadas para las próximas generaciones. Los productores que sí hacen selección de gallinas respondieron que es para mejorar la raza; mientras que, quienes no seleccionan es porque sólo las destinan para autoabastecimiento. En el tipo PFC, 34% busca en la selección de sus gallos que tengan buen tamaño y buena libido; asimismo, que las gallinas tengan buen tamaño y buena aptitud materna; y sólo el 29% selecciona las gallinas para la postura. El tipo PAV se caracteriza por no hacer ninguna clase de selección ni fijarse en sus progenitores. En el tipo PAC sólo 36% de entrevistados selecciona sus gallos, buscando que tengan buena libido y que sean de buena calidad; mientras que el 27% busca en las gallinas que tengan buen tamaño, buena aptitud materna y buena postura.

Alimentación por etapas productivas. Algunos ofrecen alimentación especial en ciertas etapas de las aves, encontrándose en el 62, 33 y 18% de unidades PFC, PAV y PAC, respectivamente. Tal esfuerzo va dirigido, particularmente, a pollitos recién nacidos y a pollos en crecimiento, a los que se les suministra arroz, maíz molido o tortillas y rara vez alimento concentrado comercial; en las siguientes etapas solamente a gallinas en postura, constando de maíz entero y desperdicios de cocina.

Frecuencia de alimentación. No hay diferencia significativa entre unidades familiares ($p \leq 0.05$), el promedio general es de 1.95 ± 0.66 veces día⁻¹. El primer ofrecimiento ocurre alrededor de las 08:00 h, y el segundo, a las 16:00 h; en ocasiones se da un tercero a las

19:00 h, momento en que las aves están próximas a resguardarse. La cantidad de alimento asignada diariamente por animal se estima en 61 ± 35 , 136 ± 131 y 166 ± 125 g en los tipos PFC, PAV y PAC, respectivamente.

Sobrevivencia en gallinas. No obstante que nadie en la comunidad vacuna a sus aves, la sobrevivencia de gallinas es aceptable, puesto que la mortandad manifestada del último año es apenas de 1.3 ± 1.4 , 0.7 ± 1.6 y 0.4 ± 1.0 en unidades PFC, PAV y PAC, respectivamente. Los problemas veterinarios más frecuentes son: gripe, viruela, ácaros y casos muy aislados de Newcastle. Para estas enfermedades se llevan a cabo tratamientos curativos, por ejemplo: para la gripe utilizan sulfato triple, petróleo, Vick VapoRub®, Aspirina®, Tapsin®, Neo-Melubrina®, jugo de limón o cualquier jarabe para la tos de humanos; en el caso de la viruela, sólo una persona la cura con agua con cal y los demás esperan que el ave sane por sí sola; los ácaros los controlan con algún acaricida o insecticida, como Avepol®, Baygon®, OKO® o polvo antihormigas. Otra causa de muertes es la depredación por tlacuaches (*Didelphis marsupialis*) y perros (*Canis lupus familiaris*), principalmente.

Asesoría técnica. Sólo el 7.90% de entrevistados recibe asesoría técnica. La mayoría no quiso dar una razón o considera poseer los conocimientos suficientes para atender las necesidades de su unidad de producción, principalmente en problemas de salud; encontrándose que es de 62 y 33%, 50 y 50%, y 36 y 45% en unidades PFC, PAV y PAC, respectivamente.

Producción. Se estima que la producción diaria de huevo es de 6.9 ± 6.1 piezas por unidad familiar, con peso de 66.5 ± 14.3 g pieza⁻¹. Asimismo, que el volumen es de 6,099 Kg año⁻¹, contribuyendo las unidades PFC, PAV y PAC con 63, 16 y 21%, respectivamente; con disponibilidad *per cápita* de 48.5 ± 39.2 , 31.2 ± 22.5 y 36.2 ± 28.1 kg año⁻¹, respectivamente.

Los precios de venta de los diferentes productos al momento de la entrevista fueron, en promedio: huevo fértil \$2.17 pieza⁻¹, huevo para plato \$1.90 pieza⁻¹, pollitos \$18.87 cabz⁻¹, gallinas criollas \$57.10 cabz⁻¹, gallos \$54.87 cabz⁻¹ y pollas de remplazo \$35.77 cabz⁻¹.

Unidades familiares sin gallinas

Las unidades sin gallinas representan 51% de la comunidad, repartidas en dos grupos: aquellas que nunca han tenido (SN) y las que habiendo tenido, dejaron la actividad (EX). Los primeros, argumentaron que se debe principalmente a que les desagrada la cría de aves (83.3%); y una minoría, que es por falta de espacio (8.3%) o de recursos económicos para la compra y mantenimiento de lo necesario (8.3%). Los segundos, dieron diferentes explicaciones, pero principalmente que su decisión fue por falta de espacio (28.6%), pérdida del interés en las gallinas (21.4%) y falta de tiempo (17.9%); el resto, por problemas sanitarios o con depredadores y por falta de recursos económicos. Se les preguntó si desearían en un futuro dedicarse a la cría de gallinas, respondiendo afirmativamente el 79 y 66% del primero y segundo grupo, respectivamente.

Discusión

No obstante que la mayoría se dedica a actividades del sector primario (90.80%), más que a escala municipal (44.90%) y estatal (32.40%), con ingresos menores a dos salarios mínimos (Foro-México.com, 2013), la proporción de quienes tienen gallinas es baja y mucho menor con lo encontrado por Gutiérrez *et al.* (2007) en una comunidad de Yucatán; donde 97% de familias tenía gallinas de traspatio. Incluso menor a lo reportado por García *et al.* (2010) en San Luis Potosí, quienes observaron que 65% de las familias estaban dedicadas a la producción de aves de corral.

El género de los encargados de las gallinas coincide con lo reportado por Camacho *et al.* (2006), quienes indican que la crianza de este tipo de animales está a cargo del ama de casa, o bien, por correspondencia familiar; es poco frecuente que los hijos varones sean encargados exclusivos de las gallinas. Pero a diferencia del mismo autor, el jefe de familia rara vez se registra como encargado de las gallinas, haciéndose cargo únicamente cuando se trata de gallos de pelea.

Para la planificación, hay diferentes visiones sin que destaque alguna a corto plazo; aunque a largo plazo sea acrecentar la parvada. En otros trabajos se ha encontrado que a los entrevistados les gustaría tener más aves (Gutiérrez *et al.*, 2007).

En composición de la parvada hay mayor cantidad de gallinas criollas en la comunidad respecto a Gutiérrez *et al.* (2007), quienes mencionan que 82% de las familias tenían gallinas criollas, 6% aves comerciales y 12% comerciales y criollas. En el trabajo de García *et al.* (2010) se reporta 40% de aves criollas por unidad de producción, deduciendo que es porque estas aves tienen mayor rusticidad que las razas que el gobierno promueve con los paquetes familiares; entre ellas, Rhode Island Red y Plymouth Rock Barrada. Asimismo, Gutiérrez *et al.* (2007) reportan menos gallinas en Yucatán, nueve aves familia⁻¹, respecto al presente estudio.

Aunque 21% de las unidades no cuentan con gallos y eso pudiera afectar la fertilidad de los huevos, la sobrepoblación de gallos en otras unidades vecinas (relación 1:2.65 gallo por gallinas) soluciona la necesidad; lo cual es ventajoso, pues les permite ahorrar en gastos de mantenimiento. Gutiérrez *et al.* (2007) reportan datos parecidos con 24% de familias que tienen gallinas pero no gallos, promedio de 2.3 ± 2.2 gallos familia⁻¹ y relación 1:3 gallo por gallinas. También Aquino *et al.* (2003) citan que en un municipio de Veracruz las gallinas están en el 63% de los hogares, con promedio de 7.6 aves familia⁻¹.

Todas las instalaciones en la comunidad de estudio son rústicas, coincidiendo con lo reportado por otros autores. Como Gutiérrez *et al.* (2007) que además, refieren mayor proporción de unidades con gallinero (91.90%) y uso de materiales naturales para el techado y cercado. También coincide con Centeno *et al.* (2007) en cuanto a materiales y al espacio asignado dentro del gallinero. Sin embargo, supera a García *et al.* (2010), quienes reportan 15% de unidades con gallinero. Instalaciones rústicas supone bajo gasto de inversión en materiales, pero dadas las condiciones climáticas y pocos cuidados en el manejo general de la parvada, probablemente sea un factor negativo en la eficiencia productiva animal, en la calidad del huevo tanto para incubación como para consumo humano y hasta en salud pública (FAO/OMS, 2009).

Para *recipientes y lugar de comedero* hay coincidencia con lo reportado por otros autores en cuanto a que la mayoría prefiere ofrecer los alimentos directamente en el suelo, dentro o fuera del gallinero, y en que los pocos que utilizan comederos son cualquier recipiente adaptado como tal (Centeno *et al.*, 2007; Gutiérrez *et al.*, 2007; García *et al.*, 2010). Es necesario crear conciencia de la necesidad de utilizar comederos apropiados para evitar el desperdicio y la contaminación de alimentos.

En la *disponibilidad de alimento* se coincide con otros estudios en que la alimentación de las aves de traspatio es diversificada en ingredientes y que su base es el maíz en forma de grano, masa o tortillas; asimismo, que los desperdicios de cocina son uno de los principales complementos (Centeno *et al.*, 2007; Gutiérrez *et al.*, 2007; García *et al.*, 2010). A diferencia de otros lugares, en este estudio se observó que el uso de alimento concentrado comercial fue menor, pues en la costa de Oaxaca se realiza por un tercio de los productores (Camacho *et al.*, 2006) y en Yucatán por 68% de productores (Gutiérrez *et al.*, 2007). Se sabe que una alimentación basada en maíz es deficiente en ciertos aminoácidos y minerales esenciales para las aves; pero dado que en la comunidad se permite que complementen su alimentación en libertad comiendo hierbas e insectos, es probable que éstas logren un auto-balance nutricional (Ravindran, 2010).

Para *alimentación por etapas productivas* se coincide con Centeno *et al.* (2007), quienes también encontraron que a los pollitos recién nacidos y en crecimiento se les procura dar el mejor alimento disponible, pero con la diferencia que 18% de aquellos productores utiliza alimento balanceado comercial. Es necesario no sólo dar una alimentación especial en esa etapa, sino en cada una de esas etapas de la vida de las aves; ya que, cuentan con necesidades diferentes. Cabe destacar la tendencia de ofrecer mayor cantidad de alimento conforme el objetivo de la producción es más de auto-abastecimiento que comercial.

La *sobrevivencia en gallinas* en la comunidad de estudio es mucho mayor a lo reportado por otros autores en otros lugares. Como García *et al.* (2010), quienes encontraron que en San Luis Potosí llega a 55% la mortalidad, ocasionada por diarreas de origen bacteriano o parasitario, y por depredadores causantes del 35% de muerte. Es probable que la diferencia a favor de los productores de la comunidad se deba a que poseen mayor proporción de animales criollos y a que estén prodigando mejores cuidados. En el estado de Yucatán el 52% de personas entrevistadas afirmaron que sus gallinas criollas se enferman y mueren menos que las de raza mejorada (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Para recibir o buscar *asesoría técnica* existe desinterés de los productores, pues la mayoría cree innecesario consultar a algún especialista, al considerar que sabe cómo resolver los asuntos de la producción y también por falta de recursos económicos. A diferencia con lo encontrado por Centeno *et al.* (2007), quienes reportan que 24% de las familias entrevistadas habían solicitado asesoría técnica veterinaria. Asimismo, con Gutiérrez *et al.* (2012), a quienes el 23.20% de sus entrevistados señalaron tener acceso a servicios técnicos en farmacias veterinarias.

La *producción* en la comunidad es mayor a lo reportado en otros lugares. Por ejemplo, Gutiérrez *et al.* (2007) determinaron que cada familia recoge al día 3.4 ± 2.4 huevos, casi la mitad de lo descubierto en el presente estudio. Para las familias sin gallinas, coincidimos

con Gutiérrez *et al.* (2007), quienes documentaron las razones que dieron las familias que no quisieran tener más aves: elevado costo de alimento, no tiene dinero, es costoso mantenerlas, no las puede atender, no tiene terreno o porque se comen lo sembrado.

La relación en la producción de huevo con el total de habitantes de la comunidad (N=336), se obtiene que: el consumo *per cápita* potencial sería de 18.20 kg año⁻¹, lo cual permite calcular que existe un déficit de 1,562 kg para alcanzar el promedio de consumo nacional, que es de 22.80 kg por habitante al año (UNA, 2009).

Conclusiones

En Tepetzingo, Veracruz, la producción con gallinas de traspatio es realizada por la mitad de unidades familiares; distinguiéndose tres tipos según la intención de sus propietarios, que en orden de mayor a menor proporción son: productores con fin comercial, productores para el autoconsumo con venta de excedentes y productores sólo para el autoconsumo.

Los elementos y funcionamiento que caracterizan a dichas unidades familiares son: las gallinas criollas, instalaciones rústicas, equipo improvisado, alimentación basada en el maíz, pastoreo diurno a libertad, nulo control de la reproducción y poco cuidado en la salud de las aves.

La producción de gallinas de traspatio en la comunidad de estudio es una actividad sostenible e importante para las familias que la practican, pues contribuye directamente a su nutrición y economía; inclusive, otras familias resultan beneficiadas al poder comprar los excedentes de aquellas.

Dado el déficit estimado de huevo en la comunidad, existe la oportunidad de crecimiento para los actuales productores de abastecer a quienes no quieren o no puedan producirlo. No obstante, es necesario trabajar en la adopción de mejoras técnicas del sistema de producción; sobre todo, en el diseño de instalaciones adecuadas a fin de mejorar el bienestar y salud de las aves, y en consecuencia, garantizar una mayor productividad e inocuidad de huevo y carne para todos los habitantes de la comunidad.

Literatura citada

- Aquino, R. E.; Arroyo, L. A.; Torres, H. G.; Riestra, D. D.; Gallardo, L. F. y López, Y. B. (2003). El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz. *Revista Técnica Pecuaría México*; 41(2):165-173.
- Alvira, F. (2011). *La encuesta: una perspectiva general metodológica*. Cuadernos Metodológicos No. 35. Centro de Investigaciones Sociológicas. Madrid, España. 125 pp.
- Camacho, M. A.; Lira, T. I.; Ramírez, L. C.; López, P.R. y Arcos, J. L. (2006). La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Revista Ciencia y Mar X* (28): 3-11.
- Centeno, S. B.; López, C. A. y Juárez, M. A. (2007). Producción avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla. *Revista Técnica Pecuaría México*; 45(1):41-60.
- FAO/OMS. (2009). *Producción de alimentos de origen animal*. Segunda edición, <http://www.fao.org/docrep/012/i1111s/i1111s00.htm> (Consultada el 8 de febrero de 2014).
- Foro-México.com. (2013). *Información de Tepetzingo (Huatusco)*. <http://www.foro-mexico.com/veracruz-llave/tepetzingo/mensaje-291722.html> (Consultada el 8 de febrero de 2014).
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México D. F. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. 252 pp.

- García, J. C.; Zapata, E.; Pinos, J. M.; Álvarez, G.; Jasso, P. y Camacho, M. A. (2010). *Diagnóstico de la producción avícola de traspatio en comunidades rurales de San Luis Potosí*. Segundo Foro Internacional Ganadería de Traspatio y Seguridad alimentaria. Universidad Autónoma Chapingo, 7 de abril del 2010. 43 pp.
- Gutiérrez, M. A.; Segura, J. C.; López, L.; Santos, J.; Santos, R. H.; Sarmiento, L.; Carvajal, M. y Molina, G. (2007). Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 7(3):217-224.
- Gutiérrez, E. J.; Aranda, F. J.; Rodríguez, R. I.; Bolio, M. E.; Ramírez, S. y Estrella, J. (2012). Factores sociales de la crianza de animales de traspatio en Yucatán, México. *Biociencias* 5(1):20-28.
- Ravindran, V. (2010). Poultry feed availability and nutrition in developing countries. <http://www.fao.org/docrep/013/al705e/al705e00.pdf> (Consultada el 8 de febrero de 2014).
- SAS Institute Inc. (2004). *SAS/STAT 9.1 User's Guide*. SAS Institute Inc. USA. p. 955-1,066.
- UNA. (2009). *Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2009*. Dirección de estudios Económicos, Unión Nacional de Avicultores. 50 pp.

Recibido: Octubre 29, 2013

Inicio de arbitraje: Diciembre 04, 2013

Dictamen para autor: Enero 06, 2014

Aceptado: Abril 04, 2014



Título: *Bosque en azul*
Autor: Alberto Cruz Pacheco ("Cruz")
Técnica: Oleo/madera
Medidas: 80x120cm
Año: 2009

Algunas consideraciones sobre la sustentabilidad en la agricultura argentina. Herramientas para el cumplimiento de la normativa ambiental

About sustainability in argentine agriculture.
Tools for environmental law compliance

Clara María Minaverry¹ y Teresa Gally²

¹Instituto de Investigaciones Jurídicas y Sociales Ambrosio Lucas Gioja
Facultad de Derecho-Universidad de Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina.

²Departamento de Tecnología
Universidad Nacional de Luján y de la Universidad Nacional Tecnológica
Buenos Aires, Argentina

*Correspondencia: cminaverry@derecho.uba.ar

Resumen

Actualmente los países compradores de insumos y mercancías exigen calidad además de valor agregado, lo cual implica adecuar conocimientos y tecnología para obtener productos agrícolas que sean competitivos en el comercio internacional. Dentro de esta tendencia surgieron las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las normas sobre Responsabilidad Social, que a través de los sistemas de certificación ayudan a demostrar formalmente el cumplimiento de este “buen hacer”. En el presente trabajo se pretende analizar y difundir que la implementación de Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC), especialmente las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las normas sobre Responsabilidad Social, son complementarias para cumplir con lo estipulado en el Derecho Ambiental aplicable al ámbito agrícola argentino. Su importancia radica en que la protección, preservación y la consagración del derecho al ambiente sano an-

Abstract

At present times, many countries demand quality and added value of the goods they trade. It implies knowledge and technology adaptation in order to obtain agricultural products that are competitive at the international markets. In this regard, Good Agricultural Practices and Social Responsibility regulations, with their certification systems, formally help to demonstrate this “good doing”. The aim of this paper is to analyze and promote that Quality Management Systems implementation, particularly Good Agricultural Practices and Social Responsibility regulations, are complementary at being able to comply with the Environmental Law applied to the argentine agricultural area. Its importance focus in that protection, preservation and recognition of the right to a healthy environment before the Constitutional amendment in 1994, was included in the category of the implied rights mentioned in section 33. This

tes de la reforma de la Constitución Nacional de 1994 se interpretaba dentro de los derechos implícitos del artículo 33 de la misma. La reforma significó un hito histórico en lo relativo a la evolución del Derecho Ambiental, ya que se incorporó, dentro del capítulo segundo titulado “Nuevos derechos y garantías”, el artículo 41; en éste, se estableció el derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y se relaciona de forma directa con otros derechos, como: gozar de calidad de vida, al desarrollo, a la salud, a la propiedad, e información, entre otros.

Palabras clave

Ambiente, derecho, normas voluntarias, Buenas Prácticas Agrícolas, Responsabilidad Social.

was considered as a historical landmark, and was incorporated in the second chapter named “New rights and guarantees”, recognized in section 41 including the right to a healthy, equilibrated, suitable to a human development rights, and this directly relates to other rights such as quality of life, development, health, property and information among other.

Keywords

Environment, law, voluntary regulations, Agricultural Good Practices, Social Responsibility.

Introducción

Actualmente el auge del consumo responsable, la demanda de calidad, junto a la creciente valorización del cuidado del ambiente, aceleraron el proceso hacia una cultura productiva y organizacional responsable.

Pero es, justamente, en la producción agrícola más que en otros sectores de la economía donde se dan las condiciones como para conducir estrategias ligadas a la sustentabilidad; y, por lo tanto, a la protección del medioambiente, ya que el ciclo productivo continuo y la interacción entre los factores naturales es decisiva.

La República Argentina fue pionera en prácticas conservacionistas; por ello, cabe destacar—entre otras iniciativas—, las siguientes: las rotaciones en cultivos extensivos, la siembra directa, la agricultura certificada, los programas de monitoreo, vigilancia y seguimiento de plagas del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), los programas del área de calidad del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INTA), con la acreditación de laboratorios para productos de exportación por parte del Organismo Argentino de Acreditación (OAA) con reconocimiento internacional.

A fin de abarcar otros cultivos, destacamos los proyectos de especies nativas en forestales, y otros de alto compromiso social en el área de comercialización y producción, como por ejemplo, la “Leña en Blanco”.

En la actualidad, el Plan Estratégico Agroalimentario Nacional (PEA) lanzado a fines de 2011, tiene como objetivo aumentar la producción y agregar valor en origen para garantizar la soberanía alimentaria; e incrementar las ventas externas, involucrando y comprometiendo a todos los actores relevantes del sector agroalimentario y/o agroindustrial.

En lo que hace a la protección jurídica del medioambiente en el ámbito internacional, las Conferencias de Estocolmo (de 1972), la de Nueva York (de 1982, donde se firmó la Carta Mundial de la Naturaleza), y la de Río de Janeiro (de 1992), a través de sus de-

claraciones, constituyeron los primeros avances que generaron la interrelación del derecho internacional con el ambiente.

Luego, la Declaración del Milenio (de 2000) y la Declaración de Johannesburgo (de 2002), también dictadas por la Asamblea General de las Naciones Unidas, fueron una consecuencia histórica y evolutiva de diversos documentos que trataron los temas de la pobreza y del hambre mundial, también vinculados con la defensa del principio de sustentabilidad.

Puntualmente, de la Cumbre de Río surgió uno de los instrumentos internacionales de gran transcendencia que marcó un precedente en muchas agendas locales, y que se denominó “Agenda XXI”. La misma, puede ser definida como un programa político que se focaliza en la aplicación del principio del Desarrollo Sustentable, con el objetivo de generar una evolución integral en la sociedad. La principal característica de este documento internacional, es que no persigue una finalidad teórica, porque su contenido es netamente práctico y puede ser aplicado a cualquier país del mundo.

En este sentido, no existe duda alguna acerca de que los tres pilares contenidos en el Principio de Desarrollo Sustentable son el económico, social y el ambiental; y que deben respetarse equilibradamente en la vida de todas las personas.

La palabra “consumo”, en sentido amplio, representa la cantidad total de recursos extraídos del medio ambiente. Estos recursos se utilizan –en parte– con fines económicos, pero la gran mayoría de éstos se desechan como desperdicios. El término “consumo sustentable” tiene su origen en la expresión “desarrollo sustentable”. La definición dada por la Comisión Brundtland (1987) es: “aquel desarrollo que cubre las necesidades presentes sin poner en riesgo la habilidad de próximas generaciones para cubrir sus propias necesidades”.

Sin embargo, la expresión más clara –para el término consumo sostenible– es aquella propuesta en el Simposio de Oslo (en 1994) y adoptada por la tercera sesión de la Comisión para el Desarrollo Sostenible (CSD III, en 1995), donde se definió como el uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida; al mismo tiempo que minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes sobre el ciclo de vida.

No obstante, al analizar el papel de la agricultura, una parte del problema es el cambio climático. Cerca de un tercio del calentamiento de la atmósfera y el cambio climático obedece a ésta. En general, se reconoce que alrededor del 25% del principal gas que produce el efecto de invernadero (el bióxido de carbono), procede de la agricultura; sobre todo, de la deforestación y la quema de biomasa. Los rumiantes domésticos, los incendios forestales, el cultivo de arroz en los humedales y los productos de desecho producen la mayor parte del metano que hay en la atmósfera; a la vez que la labranza convencional y la utilización de fertilizantes generan el 70% de los óxidos nitrosos. Dado que la agricultura participa en tan gran medida en el problema del cambio climático, debe formar parte importante, por igual, de su solución (FAO, 2001).

Asimismo, este sector cada vez tiene más responsabilidad en materia de servicios ambientales, como: la conservación de las cuencas hidrográficas, la protección de la biodiversidad agrícola, la fijación del carbono y la producción de energías renovables (Fresco, 2002).

Al tener presentes los principios 7, 8 y 9 del Pacto Global –específicamente referidos al cuidado del medioambiente, la prevención y al uso de tecnologías respetuosas a los que ha adherido nuestro país– al igual que los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas y las metas para el 2015, se puede interpretar que, en un futuro inmediato, se deberán implementar políticas que conduzcan al cumplimiento de los mismos.

Por otro lado, las normas voluntarias que surgen de la iniciativa privada en los distintos países son adoptadas por el sector productivo para la homogenización de especificaciones técnicas, pero también para coordinar las actividades y las políticas a fin de disciplinar las acciones. Es así que, el número de regulaciones técnicas y estándares se están incrementando constantemente en la mayoría de los países (Compés, 2002). Este tipo de medidas están sustituyendo a las barreras arancelarias y no-arancelarias como mecanismos de regulación del comercio (Secilio, 2005).

A modo de información, debe tenerse en cuenta que la disciplina del Derecho Ambiental es nueva en Argentina, y que fue reconocida doctrinariamente desde hace pocos años; en especial, luego de la reforma constitucional de 1994. Sin embargo, diversos autores manifestaron que en dicha área ha existido una notable explosión normativa, cuya reiteración provoca un debilitamiento en la eficacia de esta rama del Derecho (Capaldo, 2011).

Por su parte, la Responsabilidad Social puede aportar diversas herramientas que podrían cooperar hacia el logro de una agricultura más sustentable; uno de éstos, es la “Triple cuenta de resultados” (*Triple Bottom Line* –TBL-), que comprende los resultados económicos, sociales y medioambientales de las empresas (Ramírez, 2006).

En concreto, pretendemos analizar y difundir que la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las normas sobre Responsabilidad Social, son complementarias para cumplir con lo estipulado en las normas del Derecho Ambiental aplicables al ámbito agrícola argentino.

Materiales y métodos

Se recopiló la normativa obligatoria nacional y voluntaria, vinculada con la temática de la Responsabilidad Social, con la protección del medioambiente y con los sistemas de producción agrícola.

En particular, se analizaron los protocolos de Buenas Prácticas Agrícolas y las normas de los Sistemas de Gestión de Calidad (con énfasis en ISO 26.000); además de una serie de documentos pertenecientes al área del Derecho Ambiental:

- *Constitución Nacional* (artículos 33 y 41)
- *Ley No. 20.247* (producción y comercialización de semillas y creaciones fitogenéticas)
- *Ley No. 13.273* (defensa de la riqueza forestal)
- *Ley No. 24.857* (actividad forestal)
- *Ley No. 25.080* (promoción de inversiones forestales)
- *Ley No. 25.509* (derecho real de superficie forestal)
- *Ley No. 10.699* (insecticidas, fertilizantes y otros agroquímicos)
- *Ley No. 25.675* (general del ambiente)

- *Ley No. 11.723* (integral del ambiente de la Provincia de Buenos Aires)
- *Resolución No. 97/2001* (manejo sustentable de barros generados en plantas de tratamiento de efluentes líquidos), del Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente
- *Resolución 71/99* (Guía de Buenos Aires Prácticas de Higiene y Agrícolas para la Producción Primaria, cultivo-cosecha)
- *Empacado, Almacenamiento y Transporte de Hortalizas Frescas* (de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación)
- *Resolución No. 510/2002* (Guía de Buenas Prácticas de Higiene, Agrícolas y de Manufactura para la producción primaria —cultivo-cosecha—, acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte de frutas frescas del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria)

Además, se estudiaron los siguientes instrumentos internacionales ambientales: Conferencias de la Organización de Naciones Unidas de Estocolmo (1972), Nueva York (1982), Río de Janeiro (1992), Declaración del Milenio (2000), Declaración de Johannesburgo (2002), Río de Janeiro (2012), el Pacto Global (1999) y la Agenda XXI.

Para tal fin, se utilizaron los siguientes buscadores jurídicos: Microjuris y Ecolex; y respecto de la norma voluntaria, se usaron las fuentes electrónicas y en formato papel de ISO (Organización Internacional de Normalización), IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), Manejo Integral de Plagas (MIP), estudios de casos en Argentina y bibliografía de referencia. Las fuentes fueron oficiales (gubernamentales) y primarias.

Desde el punto de vista metodológico, se utilizó el método de observación documental, el cual consiste en obtener información mediante la percepción selectiva, ilustrada e interpretativa de un fenómeno determinado. Dentro de las posibles modalidades, se implementó la “observación directa”, ya que los datos se recogieron directamente de los fenómenos percibidos, mediante registros sistematizados con la recolección.

Asimismo, se utilizaron los métodos analítico y comparativo de datos; se comparó legislación de distintas jurisdicciones y modalidades (obligatoria y voluntaria) de Argentina. Los datos cualitativos recogidos fueron secundarios (análisis de registros escritos, como es el caso de la legislación y doctrina).

Resultados

La Responsabilidad Social y las BPA: su complementariedad con el Derecho Ambiental

Una mejor calidad de vida depende del nuevo paradigma de relacionar los negocios y el desarrollo, promoviendo la estabilidad social, ambiental y económica. Luego, la cuestión ambiental (a través del Derecho) es el segundo tema transversal dentro de la Responsabilidad Social; ya que comparten algunos de sus principios básicos, como es el del desarrollo sustentable, de cooperación, de prevención, precaución y de equidad intergeneracional,

entre otros. Cumplir con la ley, significa no delinquir, pero el desarrollo socialmente responsable, como se afirma, abarca un campo mucho más amplio.

Cabe destacar que la responsabilidad social es complementaria con las BPA para el cumplimiento de las normas de derecho ambiental, lo cual se detalla a continuación:

	Responsabilidad Social	Buenas Prácticas Agrícolas
Derechos humanos	X	X
Prácticas laborales	X	X
Medio Ambiente	X	X
Prácticas operacionales justas	X	X
Consumidores	X	X
Comunidad y desarrollo	X	X
Comunidad y desarrollo	X	N/A

Globalgap es una norma que abarca todo el proceso de producción del producto certificado y todas las actividades agropecuarias subsiguientes, hasta el momento en que el producto es retirado de la explotación. Asimismo, se definen los elementos a aplicar en la producción para implementar las buenas prácticas agrícolas (BPA):

- Manejo Integrado de Cultivos (MIC)
- Manejo Integrado de Plagas (MIP)
- Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC)
- Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC)
- Salud, seguridad y bienestar laboral de los trabajadores.
- Gestión de la conservación del medio ambiente.

Certificar el sistema de gestión alimentaria, según los requisitos de este estándar reporta beneficios como:

- Mejorar el sistema de la organización aumentando la seguridad de los productos elaborados.
- Mostrar un fuerte compromiso con los clientes y consumidores, mediante la producción y comercialización de alimentos seguros.
- Manifestar responsabilidad, minimizando el impacto negativo en el medio ambiente; preservando el entorno, la reducción del uso de pesticidas y la mejora de la utilización de los recursos naturales.

Las prácticas de gestión ambiental pueden implicar, en un futuro próximo, estándares más exigentes para los productores que deseen acceder a dichos mercados. Otra tendencia internacional, más allá de la existencia de normas de gestión ambiental *per se* (como las de la serie ISO 14000), es la incorporación de requisitos de gestión ambiental en las normas o procedimientos vinculados a la gestión de calidad (tales como los asociados a las normas de la serie ISO 9000) y a la buena gestión productiva —tales como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)— y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) (Secilio, 2005).

Cabe destacar que dichas normas son mayormente de origen privado y voluntarias; tal es el caso de GlobalGap, Good Agricultural Practices (GAP), involucradas en todas las etapas de la producción de frutas y hortalizas, que poseen un fuerte componente ambiental. Este código se está difundiendo extensamente, con adhesión de empresas minoristas y mayoristas europeas (en especial los supermercados) y se están desarrollando códigos similares para otras actividades agrícolas.

Además, debe destacarse que el instrumento de la Triple (*Triple Bottom Line* –TBL–), brinda la posibilidad a las empresas agrícolas para acercarse a los objetivos tanto de protección ambiental como de responsabilidad social.

Esto se vincula directamente con el concepto de “transparencia”, a través del cual las empresas se encuentran comprometidas (voluntariamente) a informar sus aspectos ambientales y sociales, brindando mayor confiabilidad a sus clientes, aumentando también sus beneficios económicos.

Discusión

En el presente trabajo realizamos una tarea de análisis normativo, y cabe destacar que dicho ámbito incluye a las leyes que son aplicables a la totalidad del territorio argentino. No analizamos el tema político e industrial del país, ya que nuestra finalidad es difundir algunos instrumentos que colaboran con la implementación de acciones sostenibles en la actividad agrícola.

Sin embargo, no podemos hablar de medioambiente sin mencionar a la agricultura, a las producciones animales e industrias asociadas; y, principalmente, a la sustentabilidad aplicada a dicha actividad, pero en Argentina es un tema de profundo debate, ya que se extendieron las fronteras agropecuarias a zonas no aptas para tales fines.

El monocultivo de soja es sumamente grave, porque deteriora la estructura de los suelos y compromete su futura productividad. Paralelamente, la introducción de cultivares transgénicos (especialmente en soja) y nuevas tecnologías en maquinaria y productos fitosanitarios, hizo que las producciones aumentaran sustancialmente, al igual que las exportaciones.

Así, también consideramos que la disminución de la agricultura familiar es un asunto complejo; no obstante, es solamente una parte de la disminución de muchas actividades comerciales y artesanales que se vieron muy afectadas por el avance de las empresas que trabajan en gran escala. Este deterioro se acentuó con el predominio de las empresas multinacionales que tienen acceso a tecnologías de primer nivel; y, por consiguiente, tienen ventajas comparativas en el desarrollo de los negocios agrícolas. Otro problema que se observa actualmente es que los hijos de los pequeños productores rurales emigran a las ciudades, porque la vida en el campo es muy dura (en muchos lugares se carece de los servicios elementales) y la ciudad ofrece más oportunidades de progreso personal.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Podemos definir a las BPA como el conjunto de prácticas que están relacionadas con la elección del terreno donde se realizará la siembra, la plantación, la elección de las semillas que se emplearán, el agua de riego, el uso de agroquímicos para la protección vegetal, y las condiciones de almacenamiento, entre otras (Gally y Minaverri, 2013).

Comprenden prácticas orientadas a la mejora de los métodos convencionales de producción y manejo, haciendo hincapié en la prevención y control de los peligros, y disminuyendo las consecuencias negativas que podrían provocar sobre el medioambiente, la fauna, la flora y la salud de los trabajadores.

Se entiende como un proceso de mejora continua para lograr niveles crecientes de productividad, valor agregado y rentabilidad a través de una activa incorporación de conocimientos y tecnología. Estos objetivos descritos están totalmente alineados con los principios de las empresas de la cadena agroindustrial que desean obtener productos sustentables, cuyo ejemplo concreto serían los muebles provenientes de bosques sustentables.

Por lo que, el enfoque integral del concepto de BPA conlleva a la necesidad de elaborar propuestas abarcativas, que se extiendan desde los insumos y tecnologías básicas, hasta el control de calidad de los procesos industriales de mayor complejidad.

Los protocolos BPA son requeridos para toda certificación y sus principios se basan en cuatro pilares: la sustentabilidad; el cuidado del medioambiente; la salud del trabajador y la trazabilidad. Los criterios que se han tenido en cuenta para su elaboración comparten el cumplimiento de los requisitos necesarios a cumplir en un sistema de gestión de la calidad, como la norma ISO 9001; y también están incluidos en los mismos los requisitos para cumplir con la norma ISO 26.000, en lo que hace a la protección de los trabajadores; y en la norma ISO 14.001, relativa al cuidado del medioambiente.

La implementación de las BPA es regida a través del compromiso de los productores y su aplicación requiere que se cumplan simultáneamente varias condiciones:

- a. La inversión en capacitación de trabajadores, productores y profesionales.
- b. La inversión en tecnologías apropiadas (semillas, maquinaria, etcétera) e infraestructura.
- c. La viabilidad global de la empresa agropecuaria a largo plazo, donde el concepto de sustentabilidad se entiende como la interacción responsable de los aspectos económicos, ambientales y sociales (Secilio, 2012).

Otro aspecto importante a remarcar es el manejo seguro y eficiente de las tecnologías (en especial de los productos fitosanitarios), de tal manera que se pueda resguardar la salud tanto del trabajador rural y del productor agropecuario, como de las poblaciones ubicadas en la cercanía de los lugares de uso, su entorno, y finalmente, la de los consumidores.

En el caso de producciones agrícolas, para poder demostrar el origen del producto final, se tendrá que implementar un procedimiento efectivo de trazabilidad e identificación, para poder decomisar aquellos productos que no hayan cumplido con los requisitos de las BPA.

Luego, para sintetizar las ideas expresadas anteriormente, la calidad de los productos (factor de diferenciación), debe ser demostrada formalmente, para que el consumidor tenga

garantías de la misma que operan a través de la certificación. Ésta, es la confirmación de la calidad de un producto o proceso con base en una norma específica que constituye, en este caso, los protocolos auditables de las BPA.

Un factor fundamental a destacar dentro de las BPA es el Manejo Integrado de Plagas (MIP):

Los insectos, malezas, patógenos y otras plagas son un hecho de la vida agrícola, que prosperan si existe una fuente concentrada y confiable de alimento; por ejemplo, un cultivo. Por eso, en cualquier agrosistema efectivo, se requiere el manejo inteligente de estos problemas.

Los “pesticidas” incluyen las siguientes variedades: insecticidas, acaricidas, herbicidas, arbocidas, rodenticidas, fungicidas, molusquicidas, nematocidas, etcétera; así como los reguladores de crecimiento de las plantas; por ejemplo: las hormonas y los compuestos mejorados genéticamente, todos ellos se deberán escoger y aplicar de tal manera que los efectos negativos para los organismos beneficiosos (los seres humanos, otros organismos y el medio ambiente) sean mínimos.

Este nuevo enfoque, representado por el MIP, permite la combinación de diferentes métodos y estrategias de control; entre los que se destacan: métodos biológicos, físicos, mecánicos y como último recurso, el “químico”. Es una estrategia dinámica que abarca todas las actividades de producción en el campo, y que promueve una producción de calidad, pero respetando el medio ambiente.

Entre las medidas preferenciales del MIP se destaca la de “prevención”, como por ejemplo: utilizar semillas libres de patógenos mediante ensayos que aseguren, previo a la siembra, no introducir enfermedades en lotes libres o en invernáculos.

Asimismo, se debe tener en cuenta que el manejo de enfermedades y plagas se deberá basar en programas de monitoreo que consideren la integración de controles. La utilización de productos agroquímicos responde a la necesidad del control de malezas, plagas y enfermedades, así como también a mejorar la producción a través de la aplicación de fertilizantes; pero se debe entender que la mayoría de los pesticidas son compuestos tóxicos que se difunden en el medio ambiente, y que los maneja mucha gente. Su nivel de peligro, así como su margen de seguridad –en el caso de inadecuada elección y utilización–varía sustancialmente.

La protección de los cultivos forma parte del desarrollo agrícola integral, y se debe promover la “mejor práctica” o “buena práctica”. Por eso, es aconsejable la preparación de un plan de manejo de plagas para cada programa de desarrollo agrícola, que tome en cuenta: los factores económicos, ambientales, sanitarios, de seguridad y sociales.

Según la FAO (Guía BPA Plaguicidas, 2002) las “BPA en la aplicación de los plaguicidas e incluyen los usos recomendados oficialmente o autorizados a nivel nacional, en las condiciones existentes, para combatir las plagas de manera eficaz y confiable. Abarca una variedad de niveles de aplicaciones del plaguicida hasta la concentración más elevada del uso autorizado, aplicada de tal manera que deje la cantidad de residuos más baja posible”.

Al analizar los protocolos de las BPA, cabe destacar que no existe ninguna mención sobre qué requisitos específicos adicionales debe cumplir un laboratorio que realiza ensayos

biológicos, además de los requisitos generales de la norma ISO / IEC 17025, para los laboratorios acreditados.

Además de tener en cuenta las instalaciones y condiciones ambientales, métodos de ensayo, validación de los métodos e incertidumbre de medición, equipos, reactivos y medios de cultivo, muestreos; así como manipuleo de las muestras de ensayo, eliminación de residuos contaminados y aseguramiento de la calidad, se deberán tener en cuenta ciertas peculiaridades.

Por ejemplo, en fitopatología, la mayoría de los métodos de ensayo y de diagnóstico son cualitativos, donde el concepto de incertidumbre no puede aplicarse directamente a los resultados, pero sí deberían identificarse las distintas fuentes. Estos comentarios son solamente a modo de introducción en la complejidad de un buen diagnóstico, por lo que se debe entender que el criterio del “experto” es imprescindible para la correcta implementación de los sistemas de gestión de la calidad en el área de ensayos biológicos. Éste es el paso anterior y fundamental para decidir el uso del plaguicida, ya que su aplicación se deberá considerar solamente sustentado en resultados de laboratorio “seguro”.

En Argentina, desde 2007, se ha incrementado el número de laboratorios acreditados en el sector agroindustrial, pero la mayoría tienen relación con alimentos, como es el caso de residuos de plaguicidas (Gally y Yabar, 2013). Se destaca, en el caso argentino, en el área agropecuaria, la labor del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en lo que hace a acreditación de laboratorios; y también de Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Además, existen casos de Pymes que, con apoyos oficiales, han entrado en la acreditación siendo proveedores de servicios agrícolas reconocidos internacionalmente a través del OAA.

Por lo explicado, a partir de la intensificación en el uso de los productos fitosanitarios, surgió la necesidad de cambiar el enfoque unidimensional (control químico) tradicional en agricultura, por un enfoque multidimensional, con una visión agroecológica del problema, la cual está comenzando a ser implementada exitosamente en Argentina (Cobbe, 1998).

El aporte del Derecho Ambiental nacional e internacional en Argentina

A partir de la década de los setentas del s. XX, se observó que el tratamiento de la problemática ambiental se instaló en la agenda internacional para ser atendida, en virtud de dos procesos íntimamente vinculados: el creciente deterioro, agotamiento y mercantilización de los recursos naturales y la expansión de los conflictos socio-ambientales (Cáceres, 2013).

Es importante que se tenga presente el fenómeno indiscutible e inevitable de la “globalización”, debido a que esto generará un entendimiento más acabado de los conflictos ambientales. Es imprescindible que los dirigentes de las naciones desarrolladas y subdesarrolladas se reúnan para negociar, fijar condiciones; y, entre todos, intentar mejorar aunque sea en algún aspecto, la situación económica y social mundial para poder equilibrar relativamente a todos los países del mundo (Minaverry, 2013).

La temática ambiental ha dado lugar al desarrollo de las siguientes conferencias de Naciones Unidas o Cumbres de la Tierra: la Conferencia de Río (de 1992) las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (CNUAD), donde se acordó La Declaración de Río; la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (de 2002), donde se firmó el Plan de acción y La Declaración Política de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sustentable; y, nuevamente, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible “Río+20” (en 2012), donde se acordó la Resolución 66/288, titulada *El futuro que queremos*.

Asimismo, desde la cumbre de 2002, los organismos internacionales (BID, PNUMA, FMI, UE, entre otros), han apelado a la solidaridad intergeneracional como herramientas básicas para afrontar la erradicación de la pobreza, construir relaciones internacionales basadas en la equidad y la justicia, adaptar los patrones de consumo y producción con un enfoque sustentable.

A la par de estos eventos, se ha conformado y consolidado el Derecho Ambiental que fue definido por Mukai (1998) como “el conjunto de normas e institutos jurídicos pertenecientes a varias ramas del derecho, reunidos por su función instrumental para la disciplina del comportamiento humano en relación con su medio ambiente”.

En Argentina, la cuestión de la protección, preservación y la consagración del derecho al ambiente sano antes de la reforma de la Constitución Nacional de 1994, se interpretaba dentro de los derechos implícitos del Art. 33 de la Constitución. La reforma significó un hito histórico en todo lo relativo con la evolución del Derecho Ambiental, ya que se incorporó, dentro del capítulo segundo titulado “Nuevos derechos y garantías”, el artículo 41, con el derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano; el cual se relaciona, de forma directa, con otros derechos como: la calidad de vida, salud, desarrollo, derecho a la propiedad, e información, entre otros.

La consagración constitucional del paradigma ambiental (en 1994), consolidó al “Desarrollo Sustentable” como uno de sus principios básicos, y acordó la obligación de dictar la normativa necesaria para la protección de los recursos naturales.

En el ámbito agrícola, la ley No. 20.247 regula el régimen de producción y comercialización de semillas y creaciones fitogenéticas, y data del año 1973. La misma, tiene por objeto promover una eficiente producción y comercialización de semillas, asegurar a los productores agrarios la identidad y calidad de la simiente que adquieren, y proteger la propiedad de las creaciones fitogenéticas.

Es una normativa con alcances generales, pero que marcó el punto de partida para el desarrollo de legislación sobre esta temática en particular.

En segundo lugar, las leyes No. 13.273 (de defensa de la riqueza forestal), No. 24.857 (sobre la actividad forestal y el aprovechamiento de los bosques), No. 25.080 (sobre el régimen de promoción de las inversiones), y la No. 25.509 (crea el derecho real de superficie forestal), son antecedentes legislativos que tuvieron influencia en el posterior dictado de la ley de bosques nativos; pero únicamente se refieren a los recursos forestales en general.

A su vez, se mencionan a los servicios ambientales y su posibilidad de que a través de ellos se puedan obtener beneficios económicos para las comunidades.

Es importante, igualmente, hacer mención de la ley No. 10.699 sobre manejo de insecticidas, fertilizantes y otros agroquímicos. Su objetivo es el de la protección de la salud humana, los recursos naturales y la producción agrícola a través de la correcta y racional utilización de los productos mencionados, así como también evitar la contaminación de los alimentos y del medio ambiente.

Todo lo anterior se relaciona directamente con los fundamentos de MIP, explicados anteriormente dentro del buen hacer de los protocolos de BPA.

Una de las principales herramientas que se mencionan aquí es la clasificación de productos químicos, con la finalidad de que se puedan tomar precauciones respecto de la protección de la salud y del medioambiente.

Además, se incorporó la figura de la “Receta Agronómica Obligatoria” que debe ser suministrada por un ingeniero agrónomo, la cual está siendo utilizada en la práctica en nuestro país, pero sin un adecuado control de gestión estatal.

La norma ISO 26.000

El principio de sustentabilidad está incluido en los principales aspectos de un proceso productivo agrícola certificado por los protocolos BPA.

Dentro de la norma ISO 26.000 se destacan los puntos específicos que hacen referencia al concepto de sustentabilidad y a sus principios básicos, por ser una norma nueva.

El punto 6.5.1.1. se refiere a las organizaciones y el medio ambiente; el cual establece que “las decisiones y actividades de las organizaciones invariablemente generan un impacto en el medio ambiente, con independencia de dónde se ubiquen. Estos impactos podrían estar asociados al uso que la organización realiza de los recursos, la localización de las actividades de la organización, la generación de contaminación y residuos y los impactos de las actividades de la organización sobre los hábitats naturales. Para reducir sus impactos ambientales, las organizaciones deberían adoptar un enfoque integrado que considere las implicaciones directas e indirectas de carácter económico, social, de salud y ambiental de sus decisiones y actividades”.

El punto 6.5.1.2. menciona a la relación existente entre el medio ambiente y a la responsabilidad social; establece que “la sociedad se enfrenta a muchos desafíos ambientales, incluyendo el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación, el cambio climático, la destrucción de hábitats, la extinción de especies, el colapso de ecosistemas completos y la degradación de los asentamientos humanos urbanos y rurales.

A medida que la población mundial crece y el consumo aumenta, estos cambios son amenazas crecientes para la seguridad humana y la salud y el bienestar de la sociedad. Es necesario identificar opciones para reducir y eliminar los volúmenes y patrones insostenibles de producción y consumo y para asegurar que el consumo de recursos por persona llegue a ser sostenible. Los temas ambientales en el ámbito local, regional y global están interconectados. Se requiere un enfoque integral, sistemático y colectivo, para abordarlos”.

También, en el punto 6.5.2.1., de la norma ISO 26.000, se han incorporado una serie de principios que son básicos para asegurar el cumplimiento del principio de sustentabilidad, y que son directamente aplicables al Derecho Ambiental.

Principios de responsabilidad ambiental

Dicha norma estableció que “además de cumplir con las leyes y regulaciones, una organización debería asumir responsabilidades por los impactos ambientales provocados por sus actividades en áreas rurales o urbanas y en el medioambiente en general. El reconocimiento de los límites ecológicos, debería actuar para mejorar su propio desempeño, así como el desempeño dentro de su esfera de influencia”.

La norma ISO 26.000 contempla como requisito básico el cumplimiento normativo, pero aspira a lograr un aporte adicional a esto, a través de la implementación de sus lineamientos por parte de las organizaciones.

Este principio es cumplido actualmente de manera parcial por la normativa ambiental nacional argentina, en el sentido de que no existen tribunales especializados en asuntos ambientales (aspecto que se analizará más adelante).

La responsabilidad que le cabe al que cometa un daño ambiental, es únicamente civil; esto significa que deberá pagar una suma de dinero como indemnización, siempre que no sea técnicamente posible revertir al estado anterior de calidad ambiental al recurso o ecosistema dañado.

Sin embargo, el mismo fue recogido por la ley nacional de presupuestos mínimos ambientales No. 25.675 (también conocida como “ley general del ambiente”), que fue dictada en 2002, y fue definido de la siguiente manera:

“El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.”

En este análisis, la deficiencia legal se detecta, principalmente, en el ámbito del derecho penal, en donde el proyecto de reforma del presente año incluiría, en el mismo, la categoría de “delitos ambientales” antes inexistente.

Principio precautorio

Fue definido por la norma ISO 26.000 afirmando que “la falta de certeza científica absoluta, no debería usarse como motivo para postergar la adopción de medidas costo-efectivas para la prevención de la degradación del medio ambiente o de los daños a la salud humana. Al considerar la rentabilidad de una medida, una organización debería considerar los costos y los beneficios a largo plazo, de tal medida y no sólo los costes a corto plazo para esa organización”.

Este principio es más exigente que el preventivo, pues establece que ante la mínima duda se debe optar por no realizar una determinada actividad.

Además, fue recogido textualmente por diversas normas ambientales fundamentales, y el ejemplo más importante es el de la ley nacional de presupuestos mínimos ambientales No. 25.675 (ley general del ambiente), que fue dictada en 2002.

En el artículo 4 de la misma, se describieron los principios de política ambiental; se estableció que “cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente.”

Consideramos que este reconocimiento del principio es parcial, debido a que el mismo no es mencionado ni tenido en cuenta en la otra totalidad de normas ambientales nacionales (como por ejemplo, la ley de gestión de aguas), que es fundamental para la protección de los recursos naturales.

Principio de gestión de riesgos ambientales

Fue definido como el que se produce cuando “una organización debería implementar programas desde una perspectiva de sostenibilidad basada en el riesgo, para evaluar, evitar, reducir y mitigar los riesgos e impactos ambientales de sus actividades”.

Este principio es aceptado por la normativa nacional argentina a través de la imposición de la obligación de la “evaluación de impacto ambiental”, como es el caso de la ley No. 11.723 (ley integral del ambiente de la Provincia de Buenos Aires).

La misma, fue definida como un proceso destinado a mejorar el sistema de toma de decisiones, sobre la base de considerar si los proyectos, programas o políticas pretendidos, resultan ambientalmente sustentables. El procedimiento abarca desde la presentación de un proyecto por su proponente hasta la declaración –por parte de la autoridad ambiental–, de los impactos ambientales de la actividad propuesta. Su objetivo es adoptar decisiones provenientes de las autoridades públicas responsables, caracterizadas por la máxima viabilidad ambiental, económica y legitimidad social.

Principio “Quien contamina, paga”

“Una organización debería esforzarse por internalizar el coste de contaminar y cuantificar los beneficios económicos y ambientales de preferir la prevención de la contaminación, frente a la mitigación de sus impactos”.

Tal como mencionamos con anterioridad, actualmente no existe la categoría de “delitos ambientales” en nuestro Código Penal; por lo que, hasta el momento, las penas son únicamente de carácter pecuniario. Por eso, se podrían aplicar los mismos argumentos que para el principio de Responsabilidad Ambiental.

Los costos ambientales no son habitualmente tenidos en cuenta por las organizaciones, como por ejemplo, es el caso de los laborales o comerciales, en tanto que los primeros poseen la misma relevancia.

Existe escasa normativa en Argentina en el ámbito nacional que regula estos aspectos; y además, la misma, posee muy bajo nivel de aplicación. Es importante subrayar que trabajar con calidad crea costos adicionales pero acarrea beneficios tangibles; ya que genera confianza en los clientes, lo cual permite acceder a mercados más calificados.

Es indudable que la aplicación de la legislación del país, los protocolos mencionados y la actitud voluntaria internacional, generan diversos beneficios; algunos de los cuales pueden ser: la mejora del clima interno, de la productividad, la apertura de nuevos mercados, la sustentabilidad del negocio, lograr una mayor confianza de los accionistas y una mejor imagen en la sociedad, la fidelización de clientes, alcanzar un mayor acceso a créditos, la reducción de accidentes y de juicios laborales, y provocar un sentido de pertenencia del personal (Minaverri y Gally, 2013; Compés, 2002).

Sin embargo, estas normas internacionales y protocolos no pueden reemplazar, transformar o modificar, de ninguna forma, el deber del Estado de actuar por el interés público; ni tampoco pretenden abordar cuestiones que sólo pueden resolverse apropiadamente a través de las instituciones políticas, según surge del propio texto de la norma ISO 26.000.

El papel del Estado es fundamental para garantizar la aplicación efectiva de las leyes y regulaciones, con el fin de fomentar una cultura de cumplimiento de la ley social.

Respecto de la aplicación práctica en el ámbito legal, debe destacarse que la misma es parcial, debido a que esta normativa no es ampliamente conocida por la comunidad jurídica; y, además, también resulta ser novedosa para los ciudadanos que no realizan reclamos para la defensa de sus derechos básicos, por falta de conocimiento de las mismas.

En este sentido, resulta clave la difusión y, especialmente, la educación que debe ocuparse para que estos novedosos instrumentos y herramientas puedan ser utilizados cada vez con más frecuencia.

Este trabajo estima contribuir a difundir conceptos y opiniones que, hasta el presente, no se incluyen en las currículas de nuestra enseñanza universitaria de grado; lo que sí está evolucionando rápidamente en Argentina, en este sentido, es en los programas de posgrado. Por eso se sugiere la incorporación de la temática de la Responsabilidad Social dentro de la rama del Derecho Ambiental; o, en su defecto, como disciplina autónoma en todas las carreras universitarias (no importando su orientación).

Conclusiones

Podemos concluir que las normas voluntarias (BPA y Responsabilidad Social) complementan el contenido de la normativa de Derecho Ambiental, porque todas tratan y desarrollan las áreas fundamentales: derechos humanos, prácticas laborales, medioambiente, comunidad y desarrollo, asuntos de consumidores, y prácticas operacionales justas (o medidas anticorrupción). Las normas voluntarias colaboran en cubrir ausencias legislativas que no están explícitamente establecidas.

A su vez, la implementación de los sistemas de gestión de calidad asegura indirectamente la aplicación del Derecho; ya que, actualmente, existe un insuficiente control de gestión realizado por parte del Estado.

Puede afirmarse, también, que las normativas técnicas voluntarias, los regímenes regulatorios y los sistemas de certificación son esenciales para el avance económico, así como los requerimientos de evaluación de conformidad; pero todos ellos podrían también representar una de las más costosas y dañinas barreras técnicas al comercio, de acuerdo con Secilio (2005), oportunamente citado.

El adecuado cumplimiento de los lineamientos y principios vinculados con la sustentabilidad que surgen de la norma ISO 26.000, conducen directamente a la mejora de la calidad de vida de las personas.

Es importante subrayar que trabajar con calidad crea algunos costos adicionales, pero que acarrea beneficios tangibles, ya que genera confianza en los clientes; lo cual permite acceder a mercados más calificados. La aplicación de las BPA con un marco normativo, permitirá a los productores contar con un sistema que en la actualidad es solicitado por

los principales mercados reconocidos globalmente. Los mismos, son protocolos auditables, lo que asegura una revisión de los mismos por una tercera parte, bajo la filosofía de la “mejora continua”.

Es fundamental que cada país, dentro del contexto que cada uno requiere, dicte normativas y armonice las existentes de manera que sean coherentes con la presente temática, y que constituyan un adecuado marco de funcionamiento.

Finalmente, en Argentina debe plantearse una discusión sobre la actividad agrícola, el abastecimiento del mercado interno y la sustentabilidad de la actividad en el futuro; debe hacerse desde el sentido práctico del problema y despojado de prejuicios ideológicos que dificultan las soluciones.

Literatura citada

- Cáceres, V. (2013). La regulación del agua potable y saneamiento domiciliario en la provincia de Buenos Aires: un accionar discriminatorio del Estado, *Revista Realidad Económica*, No. 274 marzo-abril, Buenos Aires.
- Capaldo, G. (2011). *Gobernabilidad ambiental y eficacia del Derecho: Dos magnitudes del Desarrollo Sustentable, Gobernanza y manejo sustentable del agua*. Capaldo, G. (Editora), Editorial Mnemosyne, 1º edición, Buenos Aires, pp. 702.
- Cobbe, V. (1998). *Capacitación participativa en el manejo integrado de plagas – MIP. Una propuesta para América Latina. Documento preparado para la FAO*. Disponible en: www.bvsde.paho.org/bvsapc/e/fulltext/plagas/plagas.pdf (Consultado el 15 de marzo de 2014).
- Comisión Brundtland (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Nuestro Futuro Común*. Disponible en: http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf (Consultado el 08 de mayo de 2013).
- Compés, R. (2002). *Atributos de confianza, normas y certificación: Comparación de estándares para hortalizas*. Universidad Politécnica de Valencia, España, pp. 29.
- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET): Disponible en: www.conicet.gov.ar
- Fresco, L. (2000). Ciencias Agrícolas y éticas. *FAO Agriculture Series*, X9800/E. Disponible en: www.fao.org/AG/esp/revista/0010sp1.htm (Consultado el 15 de marzo de 2014).
- Gally, T. y Minaverry, C. (2013). Protección del recurso forestal, buenas prácticas agrícolas y la legislación ambiental en Argentina. *Memorias del IX Congreso Latinoamericano de derecho forestal ambiental*, 4 al 7 de junio de 2013. Lima, Perú.
- Gally, T. y Yabar, M. (2013). Ensayos de fitopatología desafíos para su acreditación. *Memorias de las XXXVII Jornadas IRAM Universidades y XXIV Foro UNILAB*, Universidad Nacional de Santiago del Estero, octubre de 2013.
- Globalgap (www.globalgap.org).
- International Standard Organization. (2010). *Guidance on Social Responsibility ISO 26.000*, ISO Editora, Ginebra, Suiza, 108 pp.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM): (www.iram.org.ar).
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). *Informe de avance sobre “El estudio de la futura Norma ISO 26000 sobre Responsabilidad Social”*. Informe 1, julio de 2005, Buenos Aires, Argentina, 47 pp.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): www.inta.gov.ar.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI): (www.inti.gov.ar); (www.inti.gov.ar/certificaciones/c-BPAgricolas.htm).
- Minaverry, C. y Gally, T. (2013). La importancia del agua en la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas en la Provincia de Buenos Aires y su directa relación con el Derecho Ambiental, *Revista Cubana de Derecho Ambiental* N° 10, Año III, La Habana, Cuba, ISSN: 2219-0511), pp. 6.

- Minaverry, C. y Gally, T. (2013). Las normas voluntarias SA 8000 e ISO 26.000 sobre responsabilidad social y su importancia ante la debilidad del Derecho. *Revista Ars Boni et Aequi*, Año 9 No. 2, pp. 255-276, Facultad de Derecho y Comunicación Social, Universidad O'Higgins, Chile.
- Minaverry, C. (2013). La protección legal del agua potable en Argentina y su inclusión en la agenda internacional. *Libro de ponencias del XI Congreso Nacional de Ciencia Política*, Sociedad Argentina de Análisis Político y Universidad Nacional de Entre Ríos, Paraná, Argentina, 17 al 20 de julio de 2013.
- Mukai, T. (1998). *Direito ambiental sistematizado*. 3era. Ed. Río de Janeiro, Forense Universitária, pp. 186.
- Organismo Argentino de Acreditación (OAA): (www.oaa.org.ar).
- Organización de Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) (2001). Agricultura y el cambio climático. Disponible en: www.fao.org/ag/esp/revista/0103sp2.htm (Consultada el 15 de marzo de 2014).
- Organización de Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) (2002). *Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas*. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0220s/a0220s00.pdf> (Consultada el 08 de mayo de 2013).
- Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial PEA 2: (www.minagri.gob.ar/site/pesca/acuicultura/09_PEA%202/index.php).
- Ramírez, A. (2006). La RSC y la triple cuenta de resultados. *Estrategia Financiera* No. 231, pp. 56-62.
- Secilio, G. (2012). *Sellos sustentables. La responsabilidad social empresarial y los sistemas de calidad en el agro*. Ediciones EticAgro. Argentina, 140 pp.
- Secilio, G. (2005). La calidad en alimentos como barrera para-arancelaria. *Serie Estudios y perspectivas* N° 30, Oficina de la CEPAL en Buenos Aires. Disponible en: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/7/23177/DocSerie30.pdf>.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad agroalimentaria (SENASA): (www.senasa.gov.ar).

Recibido: Enero 17, 2014

Inicio de arbitraje: Enero 30, 2014

Dictamen para autor: Marzo 13, 2014

Aceptado: Abril 01, 2014



Título: *Fuerza y quietud*
Autor: Alberto Cruz Pacheco ("Cruz")
Técnica: Acrílico/tela
Medidas: 70x100cm
Año: 2009

Antagonistas a *Phytophthora capsici* inoculados en sustratos de germinación de *Capsicum annuum* Leonian y *Mucuna deeringiana* Bort.

Antagonists to *Phytophthora capsici* inoculated in substrates of germination of *Capsicum annuum* Leonian and *Mucuna deeringiana* Bort.

Juliana Bautista-Calles,¹ Manuel Huerta-Lara² y Roberto García-Espinoza^{3†}

¹Despacho de Servicios Profesionales para el Desarrollo Amilli, S. C. Privada de la 64 Poniente 106 A., Col. Guadalupe Victoria Puebla, Puebla; México (C. P. 72230).

²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria Puebla, Puebla; México (C. P. 72570).

³Colegio de Posgraduados Km 36.5 Carretera México-Texcoco Texcoco, Edo. de México; México (C. P. 56230).

*Correspondencia: bjuliana@colpos.mx

Resumen

Existen microorganismos benéficos a las plantas que se emplean de manera específica y aislada para favorecer la germinación y crecimiento. El beneficio es mayor si, en lugar de inocular un microorganismo específico al sustrato, se inoculan grupos de éstos para que disminuyan la incidencia de las enfermedades inducidas por fitopatógenos de la raíz; y, a su vez, favorezcan la emergencia y crecimiento de los cultivos. El objetivo de este trabajo, con enfoque holístico, fue evaluar las variables emergencia y altura de plántulas en almácigo, e incidencia en el invernadero al reintroducir antagonistas a *Phytophthora capsici* en grupos de 8, 16, 24 y 32 aislamientos de microorganismos, en los sustratos de germinación del chile (*Capsicum annuum*) y frijol terciopelo (*Mucuna deeringiana*). Los tratamientos con grupos de antago-

Abstract

There are microorganisms that are beneficial to plants and are used in specific ways to enhance the germination and growth of crops. The benefits are more if, instead of one specific microorganism, groups of them are inoculated in the substrate to reduce the incidence of diseases induced by phytopathogens that affect the roots. The objective of this study (that has an holistic approach), was to evaluate the variables of height and seedling emergence in the nursery and the incidence by reintroduction of antagonists to *Phytophthora capsici* in groups of 8, 16, 24 and 32 isolates of microorganisms in the germination substrates of chili pepper (*Capsicum annuum*) and velvet bean (*Mucuna deeringiana*). The treatments with groups of antagonists presented at least one of the expected beneficial effects, compared with the control

nistas presentaron al menos uno de los efectos benéficos esperados (en comparación con el testigo), al incrementar la emergencia, la mayor altura de plántulas en el almácigo, y la menor incidencia por *P. capsici* en el invernadero. Los tratamientos que presentaron la mayor altura de plántulas en almácigo, fueron los tratamientos con grupos de 18, 24 y 32 antagonistas, que incluyeron el grupo de ocho actinomicetos. El mejor tratamiento fue con ocho aislamientos de actinomicetos, que presentó la mayor emergencia de plántulas para ambos cultivos en el almácigo y la menor incidencia de *P. capsici* en el cultivo de chile en invernadero.

Palabras clave

Chile, control biológico, frijol terciopelo, actinomicetos, enfoque holístico.

l group, by increasing seed sprouting, seedling height, and showing a lower incidence of *P. capsici* in the greenhouse. The treatments with greater seedling height in the nursery were the groups with 18, 24 and 32 antagonists that included the group of eight actinomycetes. The best treatment was the group with eight isolates of actinomycetes, which had the highest seedling emergence for both crops in the nursery and the lower incidence of *P. capsici* in chili pepper in the greenhouse.

Keywords

Chili pepper, biological control, velvet bean, actinomycetes, holistic approach.

Introducción

Las enfermedades de la raíz son muy difíciles de controlar debido a que el suelo, en el que residen los patógenos que las inducen, les proporciona una protección completa y perfecta (García, 2010). Las especies del género *Phytophthora* son fitopatógenos que inducen enfermedades de la raíz tanto en agroecosistemas como en ecosistemas naturales (Blair *et al.*, 2008; García, 2010).

Phytophthora capsici induce la enfermedad conocida comúnmente como “la marchitez del chile”, considerada la más devastadora en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) a nivel mundial. Es un fitopatógeno altamente dinámico y destructivo, considerado por los productores como el más devastador debido a la amplia gama de especies de plantas que ataca, dentro de los cultivos comerciales: todas las cucurbitáceas, chile, tomate y berenjena; y, recientemente, se ha reportado en leguminosas como la haba (*Vicia faba*) y frijol lima (*Phaseolus lunatus*), cultivos que previamente se había demostrado que no eran hospedantes viables de este patógeno (Castro *et al.*, 2012; Lamour *et al.*, 2012).

Rodríguez *et al.* (2004) reportaron que el grado de patogenicidad de los aislamientos de *P. capsici* no sigue un patrón definido de distribución, y que aislamientos con diferentes grados de patogenicidad, conviven en el mismo espacio. La incidencia y la severidad de la enfermedad han aumentado de manera significativa en las últimas décadas, así como el impacto de la pérdida de cultivos, debido a la alta recombinación sexual en poblaciones de campo y a los mecanismos básicos de virulencia del patógeno (Lamour *et al.*, 2012).

Los síntomas varían considerablemente en función de las condiciones de susceptibilidad del cultivo, la estructura infectada de la planta y las condiciones ambientales. Su incidencia en almácigos es alta y en invernadero o campo es común ver retrasos en el crecimiento, marchitez y, finalmente, la muerte de las plantas.

Debido a su fisiología, la mayoría de los fungicidas no tienen efecto sobre él, porque los productos que interrumpen la biosíntesis del ergosterol no pueden actuar; ya que los Oomycetes, en general, no sintetizan esteroides, los adquieren de su hospedante. Además de su extraordinaria flexibilidad genética que les permite adaptarse y desarrollar resistencia a fungicidas, así como resistencia genética a las plantas (Tyler, 2001; Castro *et al.*, 2012).

El control biológico para las enfermedades inducidas por fitopatógenos, con origen en el suelo, se encuentra aún en la fase de desarrollo; los tratamientos con productos que contienen microorganismos antagonistas contra determinado patógeno, aún no se encuentran disponibles o son efectivos para la mayoría de estas enfermedades (Koike *et al.*, 2003; Bautista *et al.*, 2008; García, 2010).

En la última década se ha enfatizado el uso de antagonistas para el control biológico de fitopatógenos, pero los resultados no han sido los esperados; ello, debido a que la mayoría de las veces el enfoque utilizado en las investigaciones ha sido simplista: seleccionando específicamente un antagonista para cada especie patogénica a controlar, ignorando el hecho de que estos patógenos, nunca están solos en el suelo y su forma de acción está siempre en interacción con otros microorganismos; es decir, trabajan en grupos patogénicos, aprovechando las oportunidades que el ambiente edáfico les proporciona para inducir patogénesis.

La introducción de agentes de biocontrol para las enfermedades de plantas ha sido practicada en la agricultura desde 1927 (Desai *et al.*, 2002); a partir de esa fecha, centenares de microorganismos potenciales de control biológico han sido identificados; de los cuales, sólo unos cuantos han sido formulados para uso comercial sobre diversas enfermedades, y de éstos, únicamente se reportan alrededor del 5% como exitosos.

Entre los años 1991 y 2001, más de 80 productos de biocontrol patentados, fueron comercializados en el mundo y la mayoría de ellos fueron desarrollados específicamente para cultivos en invernadero, donde las condiciones son relativamente controladas (Paulitz y Bélanger, 2001); y hasta hoy en día no existen productos para cultivos establecidos en campo.

Algunos microorganismos se han reportado como antagonistas que parasitan y causan lisis a propágulos del género *Phytophthora* (Erwin y Ribeiro, 1996); sin embargo, cuando se intenta la reintroducción de estos antagonistas, aun en altas concentraciones, los resultados no son los esperados debido a la homeostasis del suelo, propiedad que dificulta o impide el establecimiento de cualquier especie introducida.

Paulitz y Bélanger (2001) ensayaron con 604 aislamientos individuales de bacterias del género *Pseudomonas* spp., antagonistas a oomycetos; así, se encontró que sólo el 15% de los aislamientos inhibieron el crecimiento en la fase micelial y el 12% la germinación de las zoosporas; después de elegir a los cinco mejores aislamientos, sólo tres tuvieron la capacidad adicional de estimular el crecimiento de raíz y de las plantas.

Existen otros reportes de evaluaciones de antagonistas con aislamientos individuales de cepas de *Bacillus firmus* y *Trichoderma harzianum* que se utilizan como antagonistas específicos a *P. capsici* en jitomate y chile; así, en el cultivo de jitomate se evaluaron tres cepas de *B. firmus* y ninguna redujo la incidencia o severidad inducida por *P. capsici* (Lagunas-Lagunas *et al.*, 2001); en el cultivo de chile, cepas de *T. harzianum* apenas redujeron un 22% la incidencia por *P. capsici* en el suelo, en comparación con los testigos

(Ezziyani *et al.*, 2004); y siempre que se utilizó el producto biológico comercial T-22® a base de *T. harzianum*, no proporcionó protección contra *P. capsici* en plantas de jitomate (Fernández-Herrera *et al.*, 2007).

Incluso, en la investigación más reciente con este enfoque simplista, donde se analiza un antagonista específico y altamente efectivo contra *P. capsici* (como *Streptomyces griseus*), sugiere que la cepa analizada posee metabolitos antifúngicos que pueden inhibir el crecimiento del micelio de *Phytophthora capsici* (a una concentración de 64 mg.ml⁻¹) *in vitro*; pero aún no se ha probado en invernadero o campo como un biofungicida (Nguyen *et al.*, 2014). A la fecha, todavía no existe un reporte de algún antagonista que, de manera individual, resulte eficiente en invernadero o campo contra el género *Phytophthora*. Ante esta situación, el concepto holístico de supresividad de suelos ofrece una nueva perspectiva en el desarrollo del control biológico.

El concepto de supresividad, implica equilibrio en la ecología del suelo, que da como resultado ausencia o reducción de la enfermedad en presencia de condiciones para su ataque en una región específica y en determinado cultivo (Baker y Chet, 1982; Cook, 1982).

La supresividad es el resultado de la autoorganización de comunidades microbianas nativas que han interactuado por largos períodos de tiempo en determinada zona y que han construido una estructura que produce dicha propiedad emergente en la región. Las poblaciones (de microorganismos, en este caso), se auto organizan y aparecen distintos patrones de conducta entre las especies, hasta alcanzar un equilibrio donde sobreviven las más aptas de acuerdo a cada sistema dinámico complejo (Lewin, 1992). De aquí parte la premisa de que no se puede inducir supresividad con base en la introducción de un solo aislamiento de antagonista, que únicamente desata la homeostasis del suelo contra la especie introducida; por lo que es necesaria la utilización de varios antagonistas para el éxito del control biológico.

García (2007), empleó grupos de 10, 20 y 30 antagonistas en los sustratos de germinación de jitomate, donde observó disminución de la incidencia de *Fusarium* con cualquier consorcio y el vigor de las plantas fue mayor entre mayor fue el número de antagonistas empleados, comparados con el testigo sin antagonistas.

De acuerdo a las investigaciones de García (2007; 2010), Bautista-Calles *et al.* (2010a;b) emplearon consorcios de 8, 16, 24 y 32 antagonistas; encontraron disminución en la incidencia de la marchitez del chile en los almácigos cuando se inocularon los antagonistas al sustrato, en comparación al sustrato sin antagonistas; y cuando se trasplantaron los cultivos a invernadero o campo, siempre que se empleaba algún grupo de antagonistas en el sustrato de germinación, disminuía la incidencia de la marchitez del cultivo de chile en comparación con el testigo.

Las posibilidades de inducir cambios estructurales y funcionales en los sustratos de germinación de los cultivos, que disminuyan la incidencia de los fitopatógenos con origen en el suelo, aumentaron al introducir grupos de microorganismos; ya que las comunidades microbianas de antagonistas se asociaron al sistema de las raíces de los cultivos. Las investigaciones sugieren que es posible producir sustratos de germinación que disminuyan la incidencia de enfermedades en la raíz de los cultivos principales o en los empleados en

las rotaciones; y, a la vez, funcionen como promotores de germinación y crecimiento de los cultivos, lo que podría ser una alternativa para lograr el éxito del control biológico.

Disminuir la incidencia de un patógeno en determinado cultivo, requiere un cambio profundo en la estructura del patosistema; éste, puede ser: temporal o permanente, a todo el volumen agrícola del suelo, o dirigido sólo al área de influencia de la rizosfera de los cultivos (Bautista-Calles *et al.*, 2008; García, 2010).

El trabajo se realizó para inducir supresividad a nivel del ambiente de la rizosfera de las plantas. Al conocer la enorme habilidad parasítica de *P. capsici*, que implica la destrucción del sistema de raíces, el objetivo fue inducir la colonización con grupos (de 8, 16, 24 y 32 antagonistas) al sistema radicular de las plantas de chile (*Capsicum annuum*) y frijol terciopelo (*Mucuna deeringiana*), durante su germinación y desarrollo en el almácigo; esto, para aumentar las posibilidades de disminuir los daños por *P. capsici* en la etapa de invernadero, y así encontrar al menos un tratamiento, que –por medio del sustrato– brindará no sólo un efecto promotor de germinación y crecimiento de los cultivos en almácigo, sino presentará potencial para disminuir la incidencia de *P. capsici* en las plantas de chile después de su trasplante en invernadero; o, al menos, retrasar la destrucción masiva de la raíz por *P. capsici* en las plantas protegidas.

Materiales y métodos

Los experimentos se establecieron en Montecillo, Estado de México (México), bajo condiciones controladas para observar el efecto de 16 sustratos de germinación (tratamientos) como promotores de germinación y crecimiento en almácigo de los cultivos de frijol terciopelo (*M. deeringiana*) y chile (*C. annuum*); así como la disminución de incidencia de *P. capsici* en el invernadero de ambos cultivos después del trasplante. Ello, de manera que se pudiera evidenciar el efecto de la complejidad ascendente (de 8, 16, 24 y 32 antagonistas) introducidos en los sustratos. Ambos experimentos se establecieron en invernadero bajo el diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones.

Selección, multiplicación e identificación de antagonistas a Phytophthora capsici

Se evaluaron *in vitro* 120 aislamientos de antagonistas, de la colección obtenida de trabajos de investigación sobre suelos supresores a fitopatógenos de la raíz, aislados originalmente de suelos supresivos a fitopatógenos de la raíz de las Chinampas de Xochimilco, en el Laboratorio de Ecología de Enfermedades de la Raíz del Colegio de Posgraduados (LEERCP).

Se seleccionaron 32 aislamientos de antagonistas con base en el tipo de actividad sobre *P. capsici* y se clasificaron en cuatro grupos: 1) Bacterias antibióticas (BA); 2) Actinomicetos antibióticos (AA); 3) Hongos antibióticos (HA) y, 4) Hongos micoparásitos (HM).

Los antagonistas se identificaron bajo métodos convencionales en el LEERCP por morfología macroscópica de las colonias, en los medios de cultivos y su actividad *in vitro* (Bergey *et al.*, 2000; Barnett y Hunter, 1998; Schaad *et al.*, 2001) frente a *P. capsici* (cuadro 1).

La identificación de los géneros se complementó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, donde se evaluó la capacidad de crecimiento y morfología de las colonias en medios específicos.

Los géneros *Bacillus* y *Streptomyces* se sometieron a pruebas bioquímicas (Klement *et al.*, 1990; Bergey *et al.*, 2000; Schaad *et al.*, 2001; Hayakawa *et al.*, 2004).

Cuadro 1
Aislamientos de antagonistas empleados en los experimentos.

Grupo BA Bacterias Antibióticas	Grupo AA Actinomicetos Antibióticos	Grupo HA Hongos Antibióticos	Grupo HM Hongos Micoparasíticos
B1	A1	G H05	R H20
B2	A2	G H24	T H40
B 4.1	A 13	G H34	T H41
B 13.2	AP 13	G H58	T H43
B 15.1	A 37	G H63	R H49
B 19	A 44	F H69	R H62
B 29	A 51	F H74	F H70
B 29.1	A 53	P H77	R H75

Géneros de microorganismos: B) Bacterias del género *Bacillus* spp.; A) Actinomicetos del género *Streptomyces* spp.; G) *Gliocladium* spp.; F) *Fusarium* spp.; P) *Penicillium* spp.; R) *Rhizopus* spp.; T) *Trichoderma* spp.

Se utilizó la metodología desarrollada por García (2010): los antagonistas (cuadro 1) se multiplicaron en 500 g de suelo estéril, con el 1% de harina de maíz, 1% de nitrógeno con humedad del suelo a capacidad de campo, contenido en frascos conserveros de 900 mL de capacidad. El suelo fue esterilizado por cuatro horas a 15 libras de presión durante dos días consecutivos.

Un mes después de la inoculación de cada antagonista, se contó el número de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC g⁻¹) y se registraron las poblaciones iniciales de cada uno de los 32 antagonistas inoculados al sustrato base para cada experimento (cuadro 2). El conteo de microorganismos se registró de cada frasco, mediante la técnica de dilución seriada y conteo en placa de agar (Klement *et al.*, 1990).

Para el crecimiento de los antagonistas se usaron diferentes medios de cultivo de acuerdo al grupo; para bacterias, Agar Nutritivo®; para actinomicetos, Agar Nutritivo® o papa dextrosa Agar (PDA®) basificado a pH 11 con hidróxido de potasio; y para hongos, se empleó el medio utilizado por Steiner y Watson (1965) con base en PDA® con un surfactante (Tergitol®) y estreptomycin. Este último medio, si bien no es selectivo, reduce y define el crecimiento de las colonias individuales de hongos y permite el crecimiento y diferenciación de los géneros utilizados en los experimentos. Las bacterias se incubaron a 28°C, los actinomicetos a 32°C, los hongos a temperatura ambiente (25 a 30°C) y el número de colonias se determinó a las 48 h.

Cuadro 2
Población inicial y final de los antagonistas (UFC g⁻¹ de suelo)
en el sustrato utilizado.

Grupos	Aislamientos de antagonistas	Unidades formadoras de colonia (UFC) x 10 ⁶ g ⁻¹ de suelo*			
		Primer experimento		Segundo experimento	
		Poblaciones iniciales	Poblaciones finales	Poblaciones iniciales	Poblaciones finales
1) BA Bacterias Antagonistas	1) B1	1813	220	1021	106
	2) B2	1005	108	1247	124
	3) B4.1	1902	105	637	65
	4) B13.2	913	384	1042	114
	5) B15.1	808	1106	1309	1259
	6) B19	2018	275	1458	502
	7) B29	1347	473	985	2033
	8) B29.1	796	309	1206	96
2) AA Actinomicetos Antagonistas	1) A1	283	796	451	480
	2) A2	304	281	132	85
	3) A13	208	692	179	244
	4) AP13	643	648	812	811
	5) A37	394	284	923	872
	6) A44	640	412	547	540
	7) A51	298	260	346	47
	8) A53	386	381	1245	128
3) HA Hongos Antagonistas	1) H05	133	120	225	142
	2) H24	141	12	211	162
	3) H34	124	260	654	597
	4) H58	12	128	75	99
	5) H63	92	78	103	94
	6) H69	134	92	215	104
	7) H74	68	16	348	296
	8) H77	163	82	97	98

Continúa en la página 102

Grupos	Aislamientos de antagonistas	Unidades formadoras de colonia (UFC) x 10 ⁶ g ⁻¹ de suelo*			
		Primer experimento		Segundo experimento	
		Poblaciones iniciales	Poblaciones finales	Poblaciones iniciales	Poblaciones finales
4) HM	1) H20	51	23	121	92
Hongos	2) H40	79	12	243	217
Micoparasíticos	3) H41	184	123	97	95
	4) H43	20	142	84	394
	5) H49	97	20	211	92
	6) H62	120	280	287	183
	7) H70	13	7	142	98
	8) H75	94	120	314	211

*Promedio de 3 repeticiones.

Sustrato base

Se realizó la propuesta de acuerdo a las experiencias de los investigadores en ensayos previos: de elaborar un sustrato base, que consistió en la mezcla de suelo de monte (material con gran cantidad de materia orgánica) y polvo de bonote de coco (fibras que se encuentran en el mesocarpio del fruto del *Cocos nucifera* L.), relación peso: peso 20:1, respectivamente. Ambos materiales se utilizaron por ser orgánicos; y, específicamente, el polvo de coco, por ser un material que se rehidrata fácilmente (capaz de retener hasta el 70% de agua); asimismo, proporciona aireación y buen drenaje.

Una vez homogenizado el sustrato se humedeció a capacidad de campo y por cada kilogramo se adicionó 1 g de urea. El sustrato base se colocó en bolsas de manta y se redujeron las poblaciones de microorganismos residentes a 100°C por seis horas, durante dos días consecutivos; con el objetivo de favorecer la colonización de cada uno de los 32 antagonistas en el sustrato base.

Tratamientos

En bolsas plásticas con capacidad de 10 kg (una bolsa para cada uno de los 32 antagonistas seleccionados), se agregaron cinco kg del sustrato base en cada bolsa y se adicionaron los 500 g del suelo con inóculo de cada uno de los antagonistas, multiplicados previamente en suelo estéril (después de un mes de incubación a 32°C); es decir, la población inicial de UFC por g⁻¹ de suelo, de cada uno de los 32 antagonistas (cuadro 2); 15 días después de la inoculación se verificó la colonización de cada antagonista en el sustrato base por conteo de placa individual, y se elaboraron las mezclas de consorcios de antagonistas.

Una vez confirmada la presencia de los antagonistas en los 16 tratamientos, los sustratos con complejidad ascendente de 0, 8, 16, 24 y 32 aislamientos de antagonistas

(cuadro 3), se registraron sus poblaciones finales (cuadro 2); y al día siguiente se establecieron los experimentos; los sustratos se utilizaron para llenar las charolas de almacigo en las que se sembraron las semillas de los cultivos.

Cuadro 3
Tratamientos, cantidad total de antagonistas por grupos.

Tratamientos	Grupos de antagonistas	Cantidad total de antagonistas
1) T (Testigo)	0	0
2) BA (Bacterias Antagonistas)	1	8
3) AA (Actinomicetos Antagonistas)	1	8
4) HA (Hongos Antagonistas)	1	8
5) HM (Hongos Micoparasíticos)	1	8
6) BA-AA (Bacterias y Actinomicetos Antagonistas)	2	16
7) BA-HA (Bacterias y Hongos Antagonistas)	2	16
8) BA-HM (Bacterias Antagonistas y Hongos Micoparasíticos)	2	16
9) AA-HA (Actinomicetos y Hongos Antagonistas)	2	16
10) AA-HM (Actinomicetos Antagonistas y Hongos Micoparasíticos)	2	16
11) HA-HM (Hongos Antagonistas y Hongos Micoparasíticos)	2	16
12) BA AA HA (Bacterias, Actinomicetos y Hongos Antagonistas)	3	24
13) BA-AA-HM (Bacterias y Actinomicetos Antagonistas y Hongos Micoparasíticos)	3	24
14) BA-HA-HM (Bacterias y Hongos Antagonistas más Hongos Micoparasíticos)	3	24
15) AA-HA-HM (Actinomicetos y Hongos Antagonistas más Hongos Micoparasíticos)	3	24
16) BA-AA-HA-HM (Bacterias, Actinomicetos y Hongos Antagonistas más Hongos Micoparasíticos)	4	32

Inóculo de P. capsici

La metodología que se empleó fue desarrollada por García (2010) para inocular oomicetos (*Pythium* sp. y *Phytophthora* sp.) en sus trabajos y debido a la efectividad que se reflejó en la alta incidencia de *P. capsici* para este experimento en ensayos previos.

La cepa PC105 de *P. capsici* fue aislada, de Chile de los Valles Centrales de Oaxaca; se prepararon matraces con 200 g de grano de sorgo a los que se adicionó agua agar al 2%

(enriquecido con 250 ml de jugo V8 por litro) hasta cubrir los granos. Dichos matraces fueron esterilizados a 15 libras de presión durante una hora. En cada matraz se adicionó un disco de la cepa PC105; después de 30 días, los granos de sorgo estaban cubiertos completamente por micelio de *P. capsici* con el cual se inoculó al suelo, utilizando 20 g por unidad experimental para cada uno de los experimentos establecidos en invernadero.

Establecimiento y manejo de dos experimentos en invernadero para el cultivo de chile

Se sembraron semillas de chile en los sustratos (tratamientos) y se evaluó la emergencia 20 días después de la siembra (dds) y 45 dds se midió la altura de las plántulas en almácigo. En invernadero, cada unidad experimental estuvo formada por una maceta de 10 kg con suelo no esterilizado, proveniente del campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), reportado con incidencia de *P. capsici*, en el que se trasplantaron 10 plántulas de chile germinadas en cada uno de los 16 tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

Se realizaron dos experimentos: uno en el ciclo primavera-verano y otro para el ciclo otoño-invierno, para corroborar si el efecto de los tratamientos se repetía. La inoculación con *P. capsici* se realizó el día del trasplante, con 20 g de inóculo preparado por cada maceta.

La incidencia se evaluó una vez que aparecieron los primeros síntomas de la marchitez 11 días después del trasplante (ddt) y nueve ddt para el primer y segundo experimento, respectivamente; después, se registró la incidencia cada siete días hasta la conclusión del experimento.

Establecimiento y manejo de un experimento en invernadero para el cultivo de frijol terciopelo

Se sembraron semillas de frijol terciopelo en los sustratos (tratamientos) y se evaluó la emergencia 20 dds, la altura de las plántulas en almácigo se registró 45 dds. En invernadero, cada unidad experimental estuvo formada por una maceta de 10 kg con suelo no esterilizado, proveniente del campo experimental de la UACH, en el que se trasplantaron 10 plántulas de frijol terciopelo germinadas en cada uno de los 16 tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

Por ser una leguminosa empleada en la rotación del cultivo de chile, donde la disminución de incidencia de *P. capsici* se atribuye a su empleo, se realizó un experimento en el ciclo primavera-verano, que es cuando normalmente se establece este cultivo como rotación previa al establecimiento del cultivo de chile, en las regiones tropicales del sureste de México.

La inoculación con *P. capsici* se realizó el día del trasplante, con 20 g de inóculo preparado para cada maceta. La incidencia se evaluó siete ddt, una vez que aparecieron los primeros síntomas de la marchitez (siete ddt); y, posteriormente, cada siete días, y después de la tercera medición, la incidencia se estabilizó hasta la conclusión del experimento.

Para ambos experimentos se realizaron las labores culturales de forma manual, sin aplicación de productos químicos o biológicos. Los riegos se realizaron diariamente para la etapa de almácigo, el día del trasplante y cada tres días después del trasplante.

En el invernadero se evaluó la incidencia de *P. capsici* desde el trasplante, cada siete días hasta la desaparición de los cultivos (Campbell y Maden, 1990).

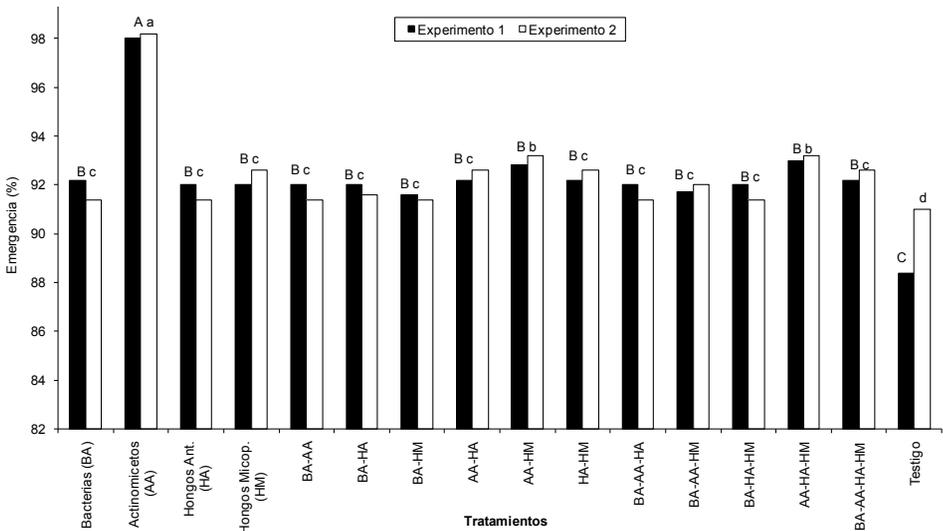
Los datos de cada variable se sometieron a análisis de varianza y cuando se encontraron diferencias significativas, se hizo la comparación de medias entre tratamientos con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados

Variables evaluadas en el cultivo de chile

La emergencia de las plántulas de chile, a los 20 dds, fue mayor ($p \leq 0.05$) en los tratamientos donde estuvo presente cualquiera de los grupos de antagonistas probados en comparación al testigo sin antagonistas (figura 1). El tratamiento AA, que sólo presentó al grupo de actinomicetos, siempre mostró la mayor emergencia de las plántulas de chile ($p \leq 0.05$), con 98% y 98.20%, para el primer y segundo experimento, respectivamente.

Figura 1
Emergencia de plántulas de chile en los sustratos con antagonistas.



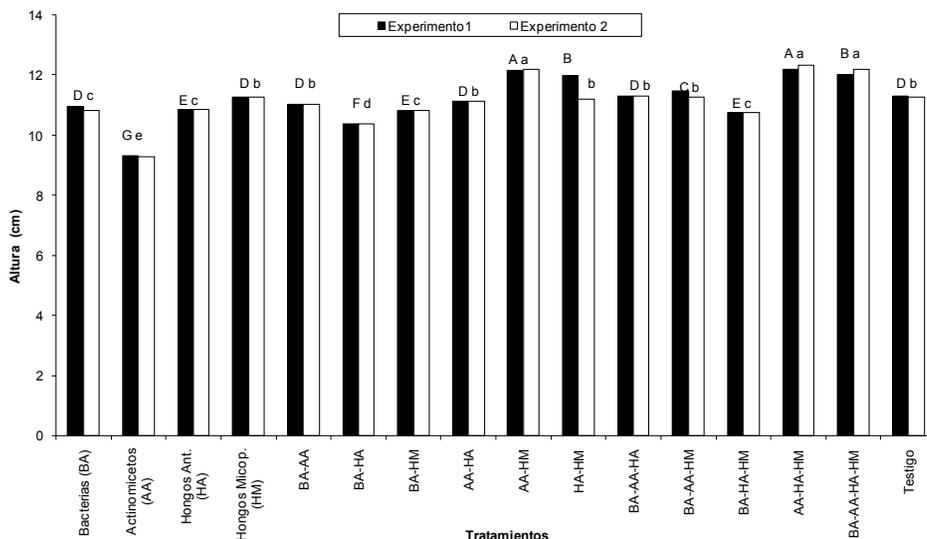
NOTA: Las diferencias estadísticas para el experimento 1 son indicadas por las letras mayúsculas; y para el experimento 2, por las letras minúsculas. Las medias con diferente letra, entre los experimentos, son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$).

En almácigo, la altura de las plántulas fue mayor ($p \leq 0.05$) en tres de los tratamientos con antagonistas a los 45 dds, respecto al resto de los tratamientos. Así, los mejores trata-

mientos fueron: el AA-HM, con 16 antagonistas; el AA-HA-HM, con 24 antagonistas; y el BA-AA-HA-HM, con 32 antagonistas (figura 2).

El tratamiento con la menor altura ($p \leq 0.05$) fue el AA, con promedio de 9.30 cm para ambos experimentos (figura 2). En invernadero, 30 ddt, y hasta la desaparición del cultivo por la enfermedad, no se registró la diferencia en la altura de las plantas observada en almácigo, alcanzando todas las plantas un promedio de 55 y 60 cm para el primero y segundo experimento, respectivamente.

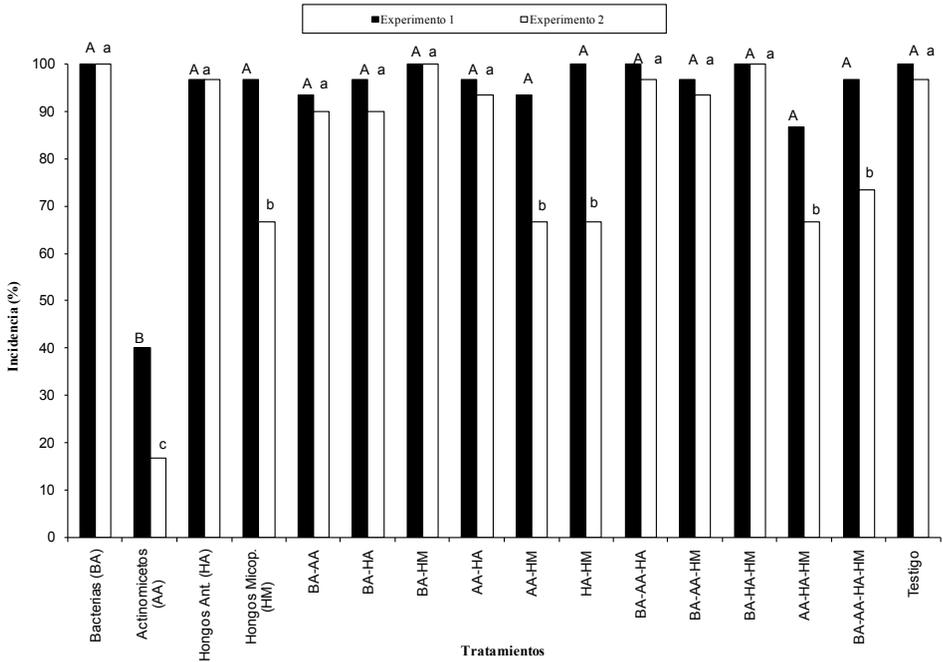
Figura 2
 Altura de plántulas de chile sembradas en los sustratos con antagonistas.



NOTA: Las diferencias estadísticas para el experimento 1 son indicadas por las letras mayúsculas; y para el experimento 2, por las letras minúsculas. Las medias con diferente letra, entre los experimentos, son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$).

La incidencia final de la marchitez del chile en los tratamientos varió, del 66 al 100%, con excepción del tratamiento AA, que presentó la menor incidencia de la marchitez del chile, con un 40 y 16% para el primero y segundo experimento, respectivamente (figura 3). La menor incidencia de la marchitez inducida por *P. capsici* se observó en el tratamiento AA ($p \leq 0.05$), que presentó un retraso general de la epidemia de manera consistente a los 30 y 27 ddt, para el primero y segundo experimento, respectivamente. Una vez que se presentaron los síntomas de la enfermedad, el cultivo de chile desapareció a los 60 y 54 ddt para el primero y segundo experimento, respectivamente, debido a la enfermedad.

Figura 3
 Incidencia de *P. capsici* en los experimentos de Chile
 establecidos en invernadero.



NOTA: Las diferencias estadísticas para el experimento 1 son indicadas por las letras mayúsculas; y para el experimento 2, por las letras minúsculas. Las medias con diferente letra, entre los experimentos, son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$).

Variables evaluadas en el frijol terciopelo

Cualquiera de los tratamientos con complejidad ascendente de antagonistas, presentó mayor emergencia ($p \leq 0.05$) en el almacigo que el testigo, observándose la mayor emergencia ($p \leq 0.05$) en el tratamiento AA (cuadro 4).

Cuadro 4
Variables evaluadas en el frijol terciopelo en almácigo e invernadero.

Tratamientos	Almácigo		Invernadero	
	Emergencia (%)	Altura (cm)	Incidencia (%)	Altura 60 ddt (cm)
1) T(Testigo)	88 c	19.3 b	20 a	41 b
2) BA (Bacterias Antagonistas)	92 b	19.4 b	11 cb	46 b
3)AA (Actinomicetos Antagonistas)	98 a	15.4 c	15 b	166 a
4) HA (Hongos Antagonistas)	92 b	19.5 b	12 cb	70 b
5) HM (Hongos Micoparasíticos)	92 b	19.5 b	10 c	77 b
6) BA-AA	92 b	19.1 b	15 b	81 b
7) BA-HA	92 b	19.2 b	10 c	41 b
8) BA-HM	92 b	19.4 b	15 b	77 b
9) AA-HA	92 b	19.5 b	11 cb	80 b
10) AA-HM	92 b	21.9 a	11 cb	168 a
11) HA-HM	92 b	19.6 b	10 c	78 b
12) BA AA HA	92 b	19.1 b	11 cb	42 b
13) BA-AA-HM	92 b	19.2 b	10 c	80 b
14) BA-HA-HM	92 b	19.4 b	12cb	41 b
15) AA-HA-HM	92 b	22.0 a	10 c	172 a
16) BA-AA-HA-HM	92 b	19.5 b	11cb	73 b

NOTA: Las diferencias estadísticas son indicadas por las letras minúsculas. Las medias con diferente letra entre las columnas son diferentes estadísticamente ($p \leq 0.05$).

La altura de plántulas de frijol terciopelo fue mayor ($p \leq 0.05$) en los tratamientos AA-HA.HM y AA-HM (cuadro 4). El tratamiento AA, que contenía los ocho actinomicetos antagonistas y que presentó la mayor emergencia, fue precisamente el tratamiento que registró la menor altura ($p \leq 0.05$) de plántulas desarrolladas en almácigo. En invernadero, se registró la altura de las plantas 60 ddt. Se registró una mayor altura ($p \leq 0.05$) en los tratamientos AA-HA-HM (172 cm), AA-HM (168 cm) y AA (166 cm) respecto del resto de los tratamientos. No se registró la diferencia en la altura de las plantas, observada en almácigo para los mismos tratamientos que registraron la menor altura, respecto al resto de los tratamientos.

En el cultivo de frijol terciopelo se registró baja incidencia de *P. capsici* de manera consistente en comparación a la alta incidencia registrada para el cultivo de chile. La incidencia final de *P. capsici* en el frijol terciopelo fue menor en cualquiera de los tratamientos

con antagonistas (del 10 al 15%), en comparación con el testigo, donde se observó la mayor incidencia (20%). Después de la tercera medición de la incidencia (28 ddt), ésta se estabilizó hasta que se concluyó el experimento.

Discusión

Los tratamientos con grupos de antagonistas, proporcionaron a las plántulas de chile o frijol terciopelo al menos un efecto benéfico, al incrementar la emergencia o la altura de las plantas germinadas en los sustratos y aumentaron las posibilidades de éxito del cultivo, al actuar como agentes de biocontrol; ya que redujeron la incidencia de *P. capsici* en comparación con el testigo (figuras 1, 2 y 3; cuadro 4).

Lo anterior, refuerza la posibilidad de éxito en el control biológico de fitopatógenos con origen en el suelo cuando se emplean grupos de antagonistas. Es probable que la supresividad a cierta especie de patógenos –observada en ecosistemas naturales– se deba a la elevada complejidad tanto estructural como de comportamiento de las especies que en él interactúan (García, 2010).

Al respecto, Yang *et al.* (2001) estudiaron raíces de árboles de aguacate infectadas con *P. cinnamomi*, donde encontraron que las raíces infectadas, sin síntomas visibles de la enfermedad, fueron colonizadas por comunidades bacterianas más diversas, en comparación con plantas con síntomas.

Las investigaciones donde se han combinado más de un antagonista resultaron más exitosas que donde se utiliza un antagonista específico; por ejemplo, cuando se utilizó *Trichoderma harzianum* con *Burkholderia cepacia* para disminuir la incidencia de *P. capsici*, se redujo hasta en un 84% la incidencia de la marchitez del chile (Ezziyyani *et al.*, 2011); cuando se realizaron combinaciones de tres cepas de *Trichoderma* (dos de *T. atroviride* y una de *T. virens*) y cuatro cepas de rizobacterias (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes* y dos cepas de *P. chlororaphis*) para el control del fitopatógeno con origen en el suelo en aguacate, las combinaciones mejoraron significativamente el control del fitopatógeno (*in vitro*).

Además, se observó un efecto de protección relativa de algunas combinaciones de *Trichoderma* y bacterias, mostrando siempre mejores resultados las combinaciones con antagonistas que cuando se evaluaban de manera individual (Ruano-Rosa *et al.*, 2014).

En la presente investigación, el éxito de los grupos de antagonistas no fue determinado por su número o por su diversidad al incorporarlos a los sustratos de germinación, sino por la capacidad de adaptación en el sustrato inoculado.

Como ya se mencionó, si bien todas las combinaciones brindaron un efecto benéfico a las plantas, la menor incidencia de la marchitez inducida por *P. capsici* fue la variable más buscada; así, el tratamiento AA, que contenía ocho actinomicetos antagonistas resultó el más exitoso, por ser el tratamiento que presentó la mayor emergencia para ambos cultivos (figura 1, cuadro 4), disminuyó la incidencia de la enfermedad, además de retrasar la epidemia en el cultivo de chile (figura 3); presentó menor incidencia que el testigo en el frijol terciopelo (cuadro 4).

Y, a pesar de que fue el tratamiento que registró la menor altura en almácigo para ambos cultivos (figura 2, cuadro 4), la variable fue restablecida para el cultivo de chile un mes después del trasplante en invernadero; y para el frijol terciopelo fue uno de los tres mejores tratamientos en que se observó la mayor longitud de la guía principal 60 ddt (cuadro 4).

De acuerdo a la teoría de Lewin (1992), para esta investigación se deduce que el grupo de ocho actinomicetos se autoorganizaron, hasta alcanzar un equilibrio donde sobrevivieron; por ello fue el grupo más apto para este sistema dinámico complejo bajo las condiciones en que se estableció el experimento.

Con relación al éxito del grupo de actinomicetos, existen reportes clásicos sobre la actividad antagónica de estos microorganismos y su especificidad antagónica al género *Phytophthora*; como el de Broadbent *et al.* (1971) que aisló microorganismos de 60 muestras de suelo, donde seleccionaron aquellos con antagonismo a ocho fitopatógenos de la raíz, incluyendo a *P. cinnamomi*; y los actinomicetos fueron más inhibitorios a *Phytophthora* que a otros patógenos. Posteriormente, Weste y Vithanage (1977), encontraron que en áreas donde las pudriciones de raíz progresaron rápidamente, las poblaciones de actinomicetos fueron significativamente más bajas, que en los suelos donde la enfermedad progresó con más lentitud.

El resultado de obtener un tratamiento exitoso con un grupo específico de microorganismos (AA) respecto del resto de los tratamientos con antagonistas (figura 1, figura 3, cuadro 4) y de que cualquier combinación de los grupos de antagonistas, presentó menor incidencia final que el testigo (figura 3, cuadro 4); es similar al de Ruano-Rosa *et al.* (2014), quienes evaluaron la eficacia de las aplicaciones individuales y combinadas de tres cepas de *Trichoderma* y cuatro cepas rizobacterianas para el control de un fitopatógeno con origen en el suelo en aguacate.

Y sólo encontró una combinación que mostró el mejor control de la enfermedad: la combinación específica de *T. atroviride* con *P. chlororaphis* y *P. pseudoalcaligenes*; a pesar de que el resto de las combinaciones de *Trichoderma* y bacterias redujeron también significativamente el nivel de la enfermedad; además de inducir un retraso en la aparición de la misma en plantas de aguacate, y cualquier combinación fue mejor que las que se inocularon de manera individual.

En almácigo, la mayor altura de plántulas se registró en los tratamientos AA-HM, AA-HA-HM, y BA-AA-HA-HM para el cultivo de chile (figura 2) y en los tratamientos AA-HM y AA-HA-HM para el cultivo de frijol terciopelo (cuadro 4). Los mejores tratamientos reportados para esta variable tenían en común el grupo de ocho actinomicetos.

Con relación al éxito del grupo de antagonistas de ocho actinomicetos, existen reportes de actinomicetos pertenecientes al género *Streptomyces* que destacan la capacidad de estos microorganismos como colonizadores de la rizosfera, su efectividad para ejercer biocontrol sobre hongos fitopatógenos, por producir sideróforos, sustancias promotoras del crecimiento vegetal *in vitro*, promover la nodulación y ayudar al género *Rhizobium* en la asimilación del hierro en la fijación de nitrógeno (sobre todo en leguminosas); lo cual contribuye indirectamente a la promoción de crecimiento vegetal (Whipps, 2001; Tokala *et al.*, 2002; Ezziyani *et al.*, 2007).

Existen reportes de que los actinomicetos son eficientes para el control de fitopatógenos con origen en la semillas o en el suelo; y tanto, que existe en el mercado mundial un producto que tiene como biocontrolador a *Streptomyces griseoviridis* (Mycostop® desarrollado por Kemira Oy, en Finlandia). La eficacia de dicho producto es comparable a la de los fungicidas químicos, además de ser compatible con algunos pesticidas y puede ser usado para el manejo integrado de plagas (Mohammadi, 1992; Warrior *et al.*, 2002).

El retraso temporal del crecimiento de las plántulas de tratamiento AA en almácigos (figura 2, cuadro 4) puede atribuirse a: la actividad colonizadora del grupo de ocho actinomicetos, a las raíces de los cultivos antes de que sean trasplantadas e invadidas por fitopatógenos. Debido a que los aislamientos de actinomicetos en este estudio fueron obtenidos de suelos supresivos a fitopatógenos de la raíz en las chinampas de Xochimilco, es posible que su funcionamiento dependa de condiciones ambientales y biológicas relativamente específicas.

Existen reportes que señalan la existencia de microorganismos en la rizosfera de los cultivos, a los cuales se les atribuyen múltiples funciones en este sistema; entre ellos, algunas rizobacterias (los actinomicetos están incluidos en ellos), que inhiben el crecimiento de plantas sin causar síntomas de enfermedad; y que también pueden inhibir el crecimiento de las plantas sin causar otro síntoma visual (Brimecombe *et al.*, 2001; Darrah y Roose, 2001).

No se debe especular sobre las causas del retraso temporal de crecimiento de ambos cultivos en la etapa de almácigo, cuando se empleó el tratamiento AA respecto del resto de los tratamientos; por lo que será necesario investigar esta variable específica con detalle en investigaciones futuras, principalmente por la consistencia de los resultados para ambos cultivos.

La baja incidencia de *P. capsici* observada en el frijol terciopelo, del 10 al 20% comparada con la alta incidencia en el cultivo de chile, del 66 al 100% (con excepción del tratamiento AA, que presentó la menor incidencia de la enfermedad con un 40 y 16% para el primer y segundo experimento), mostró la resistencia del frijol terciopelo a *P. capsici* en el invernadero.

Se ha documentado acerca de la capacidad del frijol terciopelo, de inducir supresividad en el suelo al ataque de patógenos de la raíz en otras investigaciones, cuando se ha establecido como rotación previa al cultivo de maíz (Maciel y García, 1986; García, 1994; García *et al.*, 1994); además en la investigación realizada por Bautista-Calles *et al.* (2010a), donde la rotación frijol terciopelo-chile en campo, disminuyó la incidencia de *P. capsici* en comparación con el tratamiento sin rotación (chile-chile), aun sin la introducción de grupos de antagonistas; además de incrementar el rendimiento del chile en el segundo ciclo de cultivo.

Si a la capacidad que tiene el frijol terciopelo de disminuir la incidencia por sí solo, le sumamos que, para este experimento, la incidencia final de *P. capsici* fue menor en cualquiera de los tratamientos con grupos de antagonistas (del 10 al 15%) en comparación con el testigo sin antagonistas (20%), se puede inferir que la rotación con frijol terciopelo previo al establecimiento de cultivo de chile y el uso de grupos de antagonistas, puede ser una alternativa de manejo para la marchitez del chile.

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se desarrollaron los experimentos, el éxito de los complejos de antagonistas fue determinado por la capacidad de adaptación de los grupos de microorganismos al sustrato inoculado y su interacción con la especie cultivada. Los tratamientos con grupos de 8, 16, 24 y 32 antagonistas brindaron, a los cultivos de chile y frijol terciopelo, al menos un efecto benéfico: al incrementar la emergencia, el crecimiento de las plántulas en el almácigo, o disminuir la incidencia por *P. capsici* en el invernadero, en comparación con el testigo.

Los tratamientos que presentaron la mayor altura de plántulas en almácigo en el cultivo de chile fueron: AA-HM, AA-HA-HM, y BA-AA-HA-HM; y en el cultivo de frijol terciopelo fueron: AA-HM y AA-HA-HM, tratamientos con grupos de 18, 24 y 32 antagonistas, que tenían en común el grupo de ocho actinomicetos.

El mejor tratamiento fue el AA, sustrato inoculado con ocho aislamientos de actinomicetos, por incrementar la emergencia de plántulas en ambos cultivos en el almácigo y disminuir considerablemente la incidencia de *P. capsici* en el cultivo de chile en comparación con el resto de los tratamientos.

Literatura citada

- Baker, R. y Chet, I. (1982). Induction of suppressiveness. En: Schneider, R.W. (Ed.). *Suppressive Soils and Plant Disease*. The American Phytopathological Society Press, St. Paul Minnesota. pp: 35-50.
- Bautista-Calles, J.; García-Espinosa, R.; Pérez-Moreno, J.; Zavaleta-Mejía, E.; Montes-Belmont, R. y Ferrera-Cerrato, R. (2008). Inducción de supresividad a fitopatógenos del suelo. Un enfoque holístico al control biológico. *Interciencia*. 33: 96-102.
- Bautista-Calles, J.; García-Espinosa, R.; Montes-Belmont, R.; Zavaleta-Mejía, E.; Pérez-Moreno, J.; Ferrera-Cerrato, R.; García-de la Cruz, R. y Huerta-Lara, M. (2010a). Disminución de la marchitez del chile por introducción de antagonistas en cultivos de rotación. *Interciencia*. 35: 673-679.
- Bautista-Calles, J.; García-Espinosa, R.; Zavaleta-Mejía, E.; Pérez-Moreno, J.; Montes-Belmont, R.; Ferrera-Cerrato, R. y Huerta-Lara, M. (2010b). Disminución de la marchitez del chile (*Phytophthora capsici* Leo) con complejidad ascendente de antagonistas en el sustrato de germinación del chile (*Capsicum annuum* L.). *Interciencia*. 35: 613-618.
- Barnett, H. L. y Hunter, B. B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. USA. 218 pp.
- Bergey, J.; Hendriks, D. y Holt, J. (2000). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Sneathy Stanley, J. T. (Ed.). The Williams and Wilkins Co. Philadelphia. 787 pp.
- Blair, J.; Coffey, M.; Park, S.; Geiser, D. y Kang, S. (2008). A multi-locus phylogeny for *Phytophthora* utilizing markers derived from complete genome sequences. *Fungal Genet. Biol.* 45: 266-277.
- Brimecombe, M. J.; De Leij, F. A. y Lynch, J. M. (2001). The effect of root exudates on rhizosphere microbial population. En: Pinton R.; Varanini, Z. y Nannipieri, P. (Eds.). *The Rhizosphere*. Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface. Marcel Dekker, Inc. New York. pp: 95-140.
- Broadbent, P.; Baker, K. F y Water-Worth, Y. (1971). Bacteria and actinomycetes antagonistic to fungal root pathogens in Australian soils. *Aust. J. Biol. Sci.* 24: 925-944.
- Campbell, C. L. y Maden, L. V. (1990). *Introduction to plant disease epidemiology*. Wiley-Interscience, New York. 532 pp.
- Castro, R. A.; Fernández, P. S. P. y Osuna, A. P. (2012). Mecanismos de defensa del chile en el patosistema *Capsicum annuum-Phytophthora capsici*. *Rev. Mex. Fitopatol.* 30: 49-65.

- Cook, R. J. (1982). Use of pathogen suppressive soils for disease control. En: Schneider, R. W. (Ed.). *Suppressive soils and plant disease*. The American Phytopathological Society Press, St. Paul Minnesota. pp: 51-65.
- Darrah, P. R. y Roose, T. (2001). Modelling the rhizosphere. En: Pinton, R.; Varanini, Z. y Nannipieri, P. (Eds.). *The Rhizosphere*. Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface. Marcel Dekker, Inc. New York. pp: 327-372.
- Desai, S.; Reddy, M. S. y Klopper, J. W. (2002). Comprehensive testing of biocontrol agents. En: Gnanamanickam, S. S. (Ed.). *Biological Control of Crop Diseases*. Marcel Dekker, Inc. New York. E.U. pp: 387-420.
- Erwin, D. C. y Ribeiro, O. K. (1996). *Phytophthora Diseases Worldwide*. The American Phytopathological Society Press. St. Paul Minnesota. 562 pp.
- Ezziyyani, M.; Hamdache, A.; Requena, A.; Egea-Gilabert, C.; Candela, M. E. González-Ramiro, L. y Requena, M. E. (2011). Mejora de la capacidad antifúngica *in vitro* e *in vivo* de un combinado de antagonistas compatibles frente a *Phytophthora capsici* Leonian. *An. Biol.* 33: 67-77.
- Ezziyyani, M.; Pérez, S. C.; Sid-Ahmed, A.; Requena, M. E. y Candela, M. E. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *P. capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). *An. Biol.* 26: 35-45.
- Ezziyyani, M.; Requena, M. E.; Egea-Gilabert, C. y Candela, M. E. (2007). Biological control of *Phytophthora* Root Rot of pepper using *Trichoderma harzianum* and *Streptomyces rochei* in combination. *J. Phytopathol.* 155: 342-349.
- Fernández-Herrera, E.; Acosta-Ramos, M.; Ponce-González, F. y Manuel-Pinto, V. (2007). Manejo biológico de *Phytophthora capsici* Leo., *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. y *Rhizoctonia solani* Kühn en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Rev. Mex. Fitopatol.* 25: 35-42.
- García, E. R. (1994). Root pathogens in the agroecosystems of México. En: Etcheverts-B.; (Ed.) Transactions volume 4a, *15th World Congress of Soil Science*. International Society of Soil Science. México. pp: 30-44.
- García, E. R.; Quiroga, M. R. y Granados, A. N. (1994). Agroecosistemas de productividad sostenida en maíz, en las regiones cálido-húmedas de México. En: *Tapado, los sistemas de siembra con coberturas*. Thurston, H. D.; Smith, M.; Abawi, G. y Kearn, S. (Eds.). Cornell University, Ithaca, New York, USA. pp: 75-79.
- García, E. R. (2007). Control biológico y supresividad. En: Ferrera, C. R. y Alarcón, A. (Eds.). *Microbiología agrícola para el siglo XXI*. Ed. Trillas. México. pp. 328-341.
- García, E. R. (2010). *Agroecología y enfermedades de la raíz en los cultivos agrícolas*. 1^a. Ed. Colegio de Posgraduados. México. D. F. 130 pp.
- Hayakawa, M.; Yoshida, Y. y Iimura, Y. (2004). Selective isolation of bioactive soil actinomycetes belonging to the *Streptomyces violaceusniger* phenotypic cluster. *J. Appl. Microbiol.* 96: 973-981.
- Klement, Z.; Rudolph, K. y Saands, D. C. (1990). *Methods in phytobacteriology*. Academia I Kiadó and Nyomda Vállalat, Budapest, Hungary. pp: 99-100.
- Koike, S. T.; Subbarao, K. V.; Davis, R. M. y Turini, T. A. (2003). *Vegetable diseases caused by soilborne pathogens*. Publication 8099. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Oaklands, California. 12 pp.
- Lagunas-Lagunas, J.; Zavaleta-Mejía, E.; Osada-Kawasoe, S. y Aranda-Ocampo, S. (2001). *Bacillus firmus* como agente de control biológico de *Phytophthora capsici* Leo. en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Rev. Mex. Fitopatol.* 19: 57-65.
- Lamour, K. H.; Stam, R.; Jupe, J. y Huitema, E. (2012). The oomycete broad-host-range pathogen *Phytophthora capsici*. *Mol. Plant Pathol.* 13: 329-37.
- Lewin, R. (1992). *Complexity, life at the edge of chaos*. Macmillan Publishing Co., New York. E.U. pp: 106-129.
- Maciel, I. D. y García, E. R. (1986). Efecto de la siembra previa de tres leguminosas tropicales sobre el cultivo de maíz y sus fitopatógenos del suelo. *Rev. Mex. Fitopatol.* 4: 98-108.

- Mohammadi, O. (1992). Mycostop biofungicide-present status. En: Tjamos, E. C.; Papavizas, G. C. y Cook, R. J. (Eds.). *Biological control of plant diseases: Progress and challenges for the future*. Nato Advanced Science Institutes Series. New York. E.U. pp: 207-210.
- Nguyen, X. H.; Naing, K. W.; Lee, Y. S.; Kim, Y. H.; Moon, J. H. y Kim, K. Y. (2014). Antagonism of antifungal metabolites from *Streptomyces griseus* H7602 against *Phytophthora capsici*. *J. Basic Microbiol.* Article first published on line: 19 Feb. 2014. Disponible en la red mundial en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24554614> (Consultada el 12 de marzo de 2014).
- Paulitz, T. C. y Bélanger, R. R. (2001). Biological control in greenhouse systems. *Annu. Rev. Phytopathol.* 39: 103-133.
- Rodríguez, M. V. M.; Luna, R. J.; Valle, G. P.; Tiscareño, L. M. y Ruíz, C. J. A. (2004). Caracterización patogénica y sexual de *Phytophthora capsici* Leonian y Análisis de su distribución espacial en el centro-norte de México mediante un sistema de información geográfica. *Rev. Mex. Fitopatol.* 22: 72-81.
- Ruano-Rosa, D.; Cazorla, F. M.; Bonilla, N.; Martín-Pérez, R.; De Vicente, A. y López-Herrera, C. J. (2014). Biological control of avocado white root rot with combined applications of *Trichoderma* spp. and rhizobacteria. *Eur. J. Plant Pathol.* 138: 751-762.
- Schaad, N. W.; Jones, J. B y Chun, W. (2001). *Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria*. Schaad, N. W.; Jones, J. B. y Chun, W. (Eds.). Third Edition. APS Press, St. Paul MN. USA. 398 pp.
- Steiner, G. W. y Watson, R. D. (1965). Use of surfactants in the soil dilution and plate count method. *Phytopathology.* 55: 728-730.
- Tokala, R. K.; Strap, J. L.; Jung, C. M.; Crawford, D. L.; Salove, M. H.; Deobald, L. A.; Bailey, J. F. y Morra, M. J. (2002). Novel plant-microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces lydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*). *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 2161-2171.
- Tyler, B. (2001). Genetics and genomics of the oomycete-host interface. *Trends Genet.* 17: 611-614.
- Warrior, P.; Konduru, K. y Vasudevan, P. (2002). Formulation of biological control agents for pest and disease management. En: Gnanamanickam, S. S. (Ed.). *Biological control of crop diseases*. Marcel Dekker, Inc. New York. E.U. pp: 421-441.
- Weste, G. y Vithanage, K. (1977). Microbial populations of three forest soils seasonal variations and changes associated with *Phytophthora cinnamomi*. *Aust. J. Bot.* 25: 377-383.
- Whipps, J. (2001). Microbial interaction and biocontrol in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52: 487-511.
- Yang, C.; Crowley, D. E. y Menge, J. A. (2001). 16S rDNA fingerprinting of rhizosphere bacterial communities associated with healthy and *Phytophthora* infected avocado roots. *FEMS Microbiol. Ecol.* 35: 129-136.

Recibido: Enero 23, 2014

Inicio de arbitraje: Febrero 05, 2014

Dictamen para autor: Marzo 12, 2014

Aceptado: Abril 08, 2014