

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 16</b>

16.

<b>FECHA</b>	viernes, 4 de febrero de 2022
--------------	-------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Ubaté
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Zootecnia

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Cañón Carrillo	Jhon Alejandro	79171081 de Ubaté.

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Florez Rodriguez	Shirley Andrea

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 16</b>

### TÍTULO DEL DOCUMENTO

**Programas de inseminación artificial a término fijo (IATF) en vacas de lechería especializada**

### SUBTÍTULO

**(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)**

### EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN

INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

### AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO

04/02/2022

### NÚMERO DE PÁGINAS

78

### DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Inseminación	Insemination
2. Lechería especializada	Specialized dairy
3. Sincronización de estro	Estrus Synchronization
4. Fertilidad	Fertility
5. Biotecnología	Biotechnology
6. Bovinos	Cattle

### FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)


- Astiz, S., & Fargas, O. (2013). Pregnancy per AI differences between primiparous and multiparous high-yield dairy cows after using Double Ovsynch or G6G synchronization protocols. *Theriogenology*, 79(7), 1065–1070. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.01.026>
- Ayres, H., Ferreira, R. M., Cunha, A. P., Araújo, R. R., & Wiltbank, M. C. (2013). Double-Ovsynch in high-producing dairy cows: Effects on progesterone concentrations and ovulation to GnRH treatments. *Theriogenology*, 79(1), 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.001>
- Azevedo, C., Maia, I., Canada, N., & Simões, J. (2014). Comparison of fertility,

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 16</b>

regular returns-to-estrus, and calving interval between Ovsynch and CO-synch + CIDR protocols in dairy cows. *Theriogenology*, 82(6), 910–914.  
<https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2014.07.006>

Bandai, K., Kusaka, H., Miura, H., Kikuchi, M., & Sakaguchi, M. (2020). A simple and practical short-term timed artificial insemination protocol using estradiol benzoate with prostaglandin F2 $\alpha$  in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 141, 197–201. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.09.024>

Baruselli, P. S., Marques, M. O., Vieira, L. M., Konrad, J. L., & Crudeli, G. A. (2015). Aplicación de biotecnologías para una mayor producción de terneros. *Revista Veterinaria*, 26(2), 154–159. <https://doi.org/10.30972/vet.262231>

Baruselli, P. S., Sales, J., Crepaldi, G., Marques, M., Ferreira, R., de Sá, F., & Viera, L. (2013). Uso de la eCG asociada al control de la dinámica folicular: IATF, TETF y SPO. *Rev. Taurus*, 16(62), 32–34.

Baruselli, P. S., Ferreira, R. M., Colli, M. H. A., Elliff, F. M., Sá Filho, M. F., Vieira, L., & de Freitas, B. G. (2018). Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction (AR)*, 14(3), 558–571.

Baruselli, Pietro Sampaio, Catuzzi, B. L. C., de Abreu, L. ângelo, Elliff, F. M., da Silva, L. G., & Batista, E. de O. S. (2019). Challenges to increase the AI and ET markets in Brazil. *Animal Reproduction*, 16(3), 364–375.  
<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0050>

Bello, N. M., Steibel, J. P., & Pursley, J. R. (2006). Optimizing ovulation to first GnRH improved outcomes to each hormonal injection of ovsynch in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3413–3424.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72378-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72378-5)


Bicalho, R. C. (2013). *Manejo Reproductivo De La Vaca Post Parto*.

Binelli, M., Sartori, R., Vasconcelos, J. L. M., Monteiro, P. L. J., Pereira, M. H. C., & Ramos, R. S. (2019). Evolution in fixed-time: from synchronization of ovulation to improved fertility. *Bioscientífica Proceedings, October*, 1–15.  
<https://doi.org/10.1530/biosciprocs.8.034>

Bisinotto, R. S., Lean, I. J., Thatcher, W. W., & Santos, J. E. P. (2015). Meta-analysis of progesterone supplementation during timed artificial insemination programs in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(4), 2472–2487.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2014-8954>

Bó, G. A., Cutaia, L., Peres, L. C., Pincinato, D., Maraña, D., & Baruselli, P. S. (2007). Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Society of Reproduction and Fertility Supplement*, 64(February), 223–236. <https://doi.org/10.5661/rdr-vi-223>

Borchardt, S., Schüller, L., Wolf, L., Wesenauer, C., & Heuwieser, W. (2018). Comparison of pregnancy outcomes using either an Ovsynch or a Cosynch protocol for the first timed AI with liquid or frozen semen in lactating dairy

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 16</b>

cows. *Theriogenology*, 107, 21–26.  
<https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2017.10.026>

Borman, J. M., Radcliff, R. P., McCormack, B. L., Kojima, F. N., Patterson, D. J., Macmillan, K. L., & Lucy, M. C. (2003). *Synchronisation of oestrus in dairy cows using hormone, and oestradiol cypionate*. 76, 163–176.

Britt, J. H., Scott, R. G., Armstrong, J. D., & Whitacre, M. D. (1986). Determinants of Estrous Behavior in Lactating Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 69(8), 2195–2202. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80653-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80653-1)

Brusveen, D. J., Cunha, A. P., Silva, C. D., Cunha, P. M., Sterry, R. A., Silva, E. P. B., Guenther, J. N., & Wiltbank, M. C. (2008). Altering the time of the second gonadotropin-releasing hormone injection and Artificial Insemination (AI) during ovsynch affects pregnancies per AI in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1044–1052. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0409>

Cardoso Consentini, C. E., Wiltbank, M. C., & Sartori, R. (2021a). Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. In *Animals* (Vol. 11, Issue 2, pp. 1–30). <https://doi.org/10.3390/ani11020301>

Cardoso Consentini, C. E., Wiltbank, M. C., & Sartori, R. (2021b). Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. *Animals*, 11(2), 1–30. <https://doi.org/10.3390/ani11020301>


Carulla Fornaguera, J., & Ortega García, E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(2), 83–87.

Carvalho, P. D., Fuenzalida, M. J., Ricci, A., Souza, A. H., Barletta, R. V., Wiltbank, M. C., & Fricke, P. M. (2015). Modifications to Ovsynch improve fertility during resynchronization: Evaluation of presynchronization with gonadotropin-releasing hormone 6 d before initiation of Ovsynch and addition of a second prostaglandin F<sub>2α</sub> treatment. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 8741–8752. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9719>


Carvalho, P. D., Santos, V. G., Giordano, J. O., Wiltbank, M. C., & Fricke, P. M. (2018). Development of fertility programs to achieve high 21-day pregnancy rates in high-producing dairy cows. *Theriogenology*, 114, 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.03.037>

Channa, A. A., Aleem, M., Jabbar, M. A., Monir, H., & Ahmad, N. (2020). Fertility of lactating jersey x holstein-friesian cows in subtropical region submitted to a double-ovsynch versus ovsynch protocol for timed artificial insemination. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 30(1), 255–258. <https://doi.org/10.36899/japs.2020.1.0030>

Chebel, R. C., & Ribeiro, E. S. (2016). Reproductive Systems for North American Dairy Cattle Herds. *Vet Clin Food Anim*, 32, 267–284. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.002>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 16</b>

- Colazo, M. G., & Mapletoft, R. (2014). Fisiología del ciclo estral bovino. *Ciencia Veterinaria*, 16(2), 31–46. <https://doi.org/10.19137/cienvet20141623>
- Cristina, L., & Santamaría, B. (2018). *Vacas Holstein con inseminación artificial a tiempo fijo vs inseminación artificial a celo detectado*.
- Crowe, M. A., Hostens, M., & Opsomer, G. (2018). Reproductive management in dairy cows - the future. *Irish Veterinary Journal*, 71(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13620-017-0112-y>
- De La Mata, J. J., Núñez-Olivera, R., Cuadro, F., Bosolasco, D., De Brun, V., Meikle, A., Bó, G. A., & Menchaca, A. (2018). Effects of extending the length of pro-oestrus in an oestradiol- and progesterone-based oestrus synchronisation program on ovarian function, uterine environment and pregnancy establishment in beef heifers. *Reproduction, Fertility and Development*, 30(11), 1541–1552. <https://doi.org/10.1071/RD17473>
- Denis-Robichaud, J., Cerri, R. L. A., Jones-Bitton, A., & LeBlanc, S. J. (2018). Performance of automated activity monitoring systems used in combination with timed artificial insemination compared to timed artificial insemination only in early lactation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 624–636. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12256>
- Domínguez Vidal, R., Sánchez Hernández, F., & López Gómez, J. (2020). *Manual de biotecnologías reproductivas y conservación de germoplasma*. November, 55. [https://www.researchgate.net/publication/345817120\\_Manual\\_de\\_biotecnologias\\_reproductivas\\_y\\_conservacion\\_de\\_germoplasma?enrichId=rgreq-127fdb70b972d8ad6815a9274f5e6017-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0NTgxNzEyMDtBUzo5NTc1MDY1NzA0MjQzMjNAMTYwNTI5ODc2NDgxOQ](https://www.researchgate.net/publication/345817120_Manual_de_biotecnologias_reproductivas_y_conservacion_de_germoplasma?enrichId=rgreq-127fdb70b972d8ad6815a9274f5e6017-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0NTgxNzEyMDtBUzo5NTc1MDY1NzA0MjQzMjNAMTYwNTI5ODc2NDgxOQ)
- Dransfield, M. B. G., Nebel, R. L., Pearson, R. E., & Warnick, L. D. (1998). Timing of Insemination for Dairy Cows Identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. *Journal of Dairy Science*, 81(7), 1874–1882. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75758-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75758-3)
- FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. (2020). *FAO: Perspectivas junio 2020 – Lácteos*.
- Fedegan, & SENA. (2013). *Costos modales en ganadería de leche, Trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera*. [http://static.fedegan.org.co.s3.amazonaws.com/publicaciones/Libro\\_Costos\\_de\\_ganaderia.pdf](http://static.fedegan.org.co.s3.amazonaws.com/publicaciones/Libro_Costos_de_ganaderia.pdf)
- Fernandes, C. A. de C., Pereira, J. R., Souza, V. O., de Figueiredo, A. C. S., Viana, J. H. M., Siqueira, L. G. B., & Palhao, M. P. (2021). Timing of early resynchronization protocols affects subsequent pregnancy outcome in dairy cows. *Theriogenology*, 167, 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.03.009>
- Ferreira, R. M., Ayres, H., Sales, J. N. S., Souza, A. H., Rodrigues, C. A., &

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 16</b>

Baruselli, P. S. (2013). Effect of different doses of equine chorionic gonadotropin on follicular and luteal dynamics and P/AI of high-producing Holstein cows. *Animal Reproduction Science*, 140(1–2), 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.04.014>

Fondo Nacional del Ganado. (2016). Balance y perspectivas del sector ganadero colombiano. *Fng*, 1–19.

Fricke, P. M., Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., & Welle, M. L. (2003). Fertility of Dairy Cows after Resynchronization of Ovulation at Three Intervals Following First Timed Insemination. *Journal of Dairy Science*, 86(12), 3941–3950. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74003-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74003-X)

G.A. Bó, P. S. B. R. J. M., Baruselli, P. S., Mapletoft, R. J., Bó, G. A., Baruselli, P. S., & Mapletoft, R. J. (2018). Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Animal Reproduction (AR)*, 10(3), 137–142. <http://animal-reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6048f7783717068b468a>

Gaona, R. C., Terranova, M. V., Hernández, E., Alegría, K. G., Benavides, R. M., Guerrero, H. S., Castro, C. V. D., & Patiño, L. G. (2016). Genetic improvement in dairy cows. The essence of true animal production. *Acta Agronomica*, 64(3), 296–306. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3sup.50263>

Geary, T. W., & Whittier, J. C. (1998). Effects of a Timed Insemination Following Synchronization of Ovulation Using the Ovsynch or CO-Synch Protocol in Beef Cows. *The Professional Animal Scientist*, 14(4), 217–220. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31832-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31832-5)


Herlihy, M. M., Giordano, J. O., Souza, A. H., Ayres, H., Ferreira, R. M., Keskin, A., Nascimento, A. B., Guenther, J. N., Gaska, J. M., Kacuba, S. J., Crowe, M. A., Butler, S. T., & Wiltbank, M. C. (2012). Presynchronization with Double-Ovsynch improves fertility at first postpartum artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7003–7014. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5260>

Hernández Cerón, J. (2016). Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros. In *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. <https://doi.org/10.22201/fmvz.9786070286902e.2016>

Horrach Junco, M. N., Bertot Valdés, J. A., Vázquez Montes de Oca, R., Garay Durba, M., Horrach Junco, M. N., Bertot Valdés, J. A., Vázquez Montes de Oca, R., & Garay Durba, M. (2020). Revista de Producción Animal. In *Revista de Producción Animal* (Vol. 32, Issue 3). Universidad de Camaguey. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-79202020000300070&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300070&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Hubner, A. M., Peixoto, P. M. G., Hillesheim, J., Canisso, I. F., & Lima, F. S. (2020). Effect of GnRH 7 Days Before Presynchronization With Simultaneous PGF2 $\alpha$  and GnRH on Reproductive Outcomes in Holstein Dairy Cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(October), 1–12.



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 16</b>

<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.574516>

Instituto de Reproducción Animal CórdobaBó, G. (2013). Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Animal Reproduction*, *10*(3), 137–142.

Keskin, A., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Gumen, A., Karakaya, E., Celik, Y., Okut, H., & Wiltbank, M. C. (2011). Comparison of responses to Ovsynch between Holstein-Friesian and Swedish Red cows. *Journal of Dairy Science*, *94*, 1784–1789. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3579>

Leonel, G. G. (2017). *Manejo reproductivo del ganado bovino en los diferentes sistemas de producción de la región Huetar Norte y Chorotega de Costa Rica*. 69. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14411>

Luchterhand, M., Gamarra, C. A., Gennari, R. S., Carvalho, P. D., Barletta, R. V., & Souza, A. H. (2019). Ovulation and fertility response to commercially available GnRH products in lactating cows synchronized with the Double-Ovsynch protocol. *Animal Reproduction Science*, *202*(December 2018), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.01.006>

Lucy, M. C. (2019). Symposium review: Selection for fertility in the modern dairy cow—Current status and future direction for genetic selection. *Journal of Dairy Science*, *102*(4), 3706–3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15544>

Mariscal, V., Pacheco, A., Estrella, H., Huerta, M., Rangel, R., & Núñez, R. (2015). Indicadores Reproductivos De Vacas Lecheras En Agroempresas Con Diferente Nivel Tecnológico En Los Altos De Jalisco Reproductive Indicators of Dairy Cows in Agribusinesses With Different Technological Level in the Jalisco Highlands. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, *13*(3), 493–507.


Marizancén, M. A., & Pimentel, L. (2014). *Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo*. *Genetic*. 247–259.

Martins, J. P. N., Acevedo, M. J. T., Cunha, T. O., Piterini, C., & Pursley, J. R. (2017). The effect of presynchronization with prostaglandin F2 $\alpha$  and gonadotropin-releasing hormone simultaneously, 7 d before Ovsynch, compared with Presynch-10/Ovsynch on luteal function and first-service pregnancies per artificial insemination. *Journal of Dairy Science*, *100*(6), 5107–5116. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11628>

Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, *8*(4), 407–417. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4160>

Moore, S. G., & Hasler, J. F. (2017). A 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *Journal of Dairy Science*, *100*(12), 10314–10331. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13138>

Moreira, F., Orlandi, C., Risco, C. A., Mattos, R., Lopes, F., & Thatcher, W. W. (2001). Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 8 de 16</b>

*Journal of Dairy Science*, 84(7), 1646–1659.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74600-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74600-0)

Moreno-Oliva, P., Montaldo-Valdenegro, H., García-Ortiz, C., Hernández-Cerón, J., Moreno-Oliva, P., Montaldo-Valdenegro, H., García-Ortiz, C., & Hernández-Cerón, J. (2016). Serum progesterone concentrations at the insemination time and pregnancy rate in dairy cows. *Abanico Veterinario*, 6(2), 22–29. <http://sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/64/49>

Nowicki, A., Barański, W., Baryczka, A., & Janowski, T. (2017). OvSynch protocol and its modifications in the reproduction management of dairy cattle herds -an update. *Journal of Veterinary Research (Poland)*, 61(3), 329–336. <https://doi.org/10.1515/jvetres-2017-0043>

Núñez-Olivera, R., De Castro, T., García-Pintos, C., Bó, G., Piaggio, J., & Menchaca, A. (2014). Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol' based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Animal Reproduction Science*, 146(3–4), 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.017>

Of, S., Pursley, O. J. R., Cows, D., Pgf, U., Madison, S., Platteville, S., & Madison, W.-. (1995). *Therigenology Poor rates of estrous detection combined with poor conception rates ( CR ) make management of reproduction in lactating dairy cows a challenge in most dairy herds . To help producers manage reproduction more efficiently , protocols for sync. 95*, 915–923.

Pursley, J. R., Wiltbank, M. C., Stevenson, J. S., Ottobre, J. S., Garverick, H. A., & Anderson, L. L. (1997). Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. *Journal of Dairy Science*, 80(2), 295–300. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75937-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75937-X)


Pugliesi, G., Rezende, R. G., Silva, J. D., Lopes, E., Nishimura, T. K., Baruselli, P. S., ... & Binelli, M. (2017). Uso da ultrasonografia Doppler em programas de IATF e TETF em bovinos. *Rev Bras Reprod Anim*, 41(1), 140-150.

Rincón, J. F., Zambrano, J. A., & Echeverri, J. (2015). Estimation of genetic and phenotypic parameters for production traits in Holstein and Jersey from Colombia Estimación de parámetros genéticos y fenotípicos para características de producción en ganado Holstein y Jersey Colombiano. *Rev.MVZ Córdoba*, 20, 4962–4973.

Rojas Canadas, E., Gobikrushanth, M., Fernandez, P., Kenneally, J., Lonergan, P., & Butler, S. T. (2019). Evaluation of alternative strategies to treat anoestrous dairy cows and implications for reproductive performance in pasture-based seasonal calving herds: A pilot study. *Therigenology*, 127, 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.therigenology.2019.01.008>

Rural, D. (2005). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. *Director*, 1828(1),



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 9 de 16</b>

334–334.  
[http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/caracterizacion\\_citricos\\_1.pdf](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/caracterizacion_citricos_1.pdf)

Sanchez A. (2010). Parametros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México (Monografía de Licenciatura). Universidad de Veracruz. *Universidad Veracruzana Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia* ., 1–48.  
[https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010.\\_Parametros-reproductivos-bovinos.pdf](https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010._Parametros-reproductivos-bovinos.pdf)

Santos, V. G., Carvalho, P. D., Maia, C., Carneiro, B., Valenza, A., & Fricke, P. M. (2017). Fertility of lactating Holstein cows submitted to a Double-Ovsynch protocol and timed artificial insemination versus artificial insemination after synchronization of estrus at a similar day in milk range. *Journal of Dairy Science*, *100*(10), 8507–8517. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13210>

Sanz, A., Macmillan, K., & Colazo, M. G. (2019). Revisión de los programas de sincronización ovárica basados en el uso de hormona liberadora de gonadotropinas y prostaglandina F2 $\alpha$  para novillas de leche y de carne. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, *115*, 326–341.  
<https://doi.org/10.12706/itea.2019.002>

Simposio, X. I. I., & Reproduccion, I. D. E. (2017). *12 ° Simposio Internacional de Reproducción Animal*. *54*(9).

Souza, A. H., Ayres, H., Ferreira, R. M., & Wiltbank, M. C. (2008). A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology*, *70*(2), 208–215.  
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.03.014>


Stevenson, J. S., & Britt, J. H. (2017). A 100-Year Review: Practical female reproductive management. *Journal of Dairy Science*, *100*(12), 10292–10313.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-12959>

Stevenson, J. S., Higgins, J. J., & Jung, Y. (2009). Pregnancy outcome after insemination of frozen-thawed bovine semen packaged in two straw sizes: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, *92*(9), 4432–4438.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2304>

Stevenson, Jeffrey S. (2016). Synchronization and Artificial Insemination Strategies in Dairy Herds. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, *32*(2), 349–364. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.007>

Thatcher, W. W., & Santos, J. E. P. (2020). Reproductive management of dairy cattle. *Animal Agriculture: Sustainability, Challenges and Innovations*, 131–155. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00008-2>

Tippenhauer, C. M., Steinmetz, I., Heuwieser, W., Fricke, P. M., Lauber, M. R., Cabrera, E. M., & Borchardt, S. (2021). Effect of dose and timing of prostaglandin F2 $\alpha$  treatments during a 7-d Ovsynch protocol on progesterone concentration at the end of the protocol and pregnancy outcomes in lactating Holstein cows. *Theriogenology*, *162*, 49–58.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 10 de 16</b>

<https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2020.12.020>  
Walsh, S. W., Williams, E. J., & Evans, A. C. O. (2011). Review article A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 123(3–4), 127–138.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.12.001>  
Wiltbank, M. C., Baez, G. M., Cochran, F., Barletta, R. V., Trayford, C. R., & Joseph, R. T. (2015). Effect of a second treatment with prostaglandin F2 $\alpha$  during the Ovsynch protocol on luteolysis and pregnancy in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 8644–8654.

<https://doi.org/10.3168/JDS.2015-9353>  
Yousuf, M. R., Martins, J. P. N., Ahmad, N., Nobis, K., & Pursley, J. R. (2016). Presynchronization of lactating dairy cows with PGF2 $\alpha$  and GnRH simultaneously, 7 days before Ovsynch have similar outcomes compared to G6G. *Theriogenology*, 86(6), 1607–1614.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.05.021>

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El presente trabajo es resultado de la consulta de literatura especializada y actualizada a nivel mundial en bases de datos de literatura científica, en el cual se recopilan los principales protocolos de inseminación artificial a término fijo (IATF) utilizados para sincronizar los celos y ovulaciones en vacas de producción lechera, partiendo desde la década del 90 con el Ovsynch hasta los protocolos actuales de resincronización, revisando los protocolos usados en los países donde la aplicación de esta tecnología ha sido más difundida y enfocándonos en los protocolos para vacas de lechería especializada en condición de pastoreo y confinamiento. Los artículos usados serán en inglés, portugués y español, los protocolos fueron dibujados en una línea de tiempo para facilitar su comprensión. Se usaron las bases de datos de la biblioteca de la Universidad seleccionando artículos del 2015 al 2021 para conseguir entender la evolución de los protocolos de IATF.

En la presente revisión analizamos diferentes estudios sobre IATF publicados por países como Brasil, Canadá, Estados Unidos, Argentina y Colombia, recopilando la información del protocolo hormonal, factores inherentes a las hembras de la raza Holstein como (categoría, condición corporal), factores inherentes al manejo (nutricional, instalaciones, sistema de pastoreo), siendo la tasa de preñez la principal variable de estudio, finalmente, se realizó el análisis de costos y factibilidad de dichos protocolos para la situación de la ganadería lechera colombiana.

 <b>UDEC</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 11 de 16</b>

Esta monografía de tipo investigativa tuvo como fin indicar cuál es la mejor alternativa para el manejo reproductivo en los sistemas de producción lechera en el trópico alto colombiano, sobre lo cual podemos afirmar que el uso de IATF es la alternativa más útil para incrementar la eficiencia reproductiva. Sobre el uso de protocolos, analizamos que cada productor debe considerar los factores intrínsecos y extrínsecos a la técnica que pueden interferir en los resultados, de esta manera evita que se sigan cometiendo errores y que los productores se desanimen con el uso de estas biotecnologías, debido al uso de protocolos poco eficientes para sus condiciones. Para lo cual, redactamos las ventajas y desventajas de cada protocolo. Al final, se concluye que el mejor protocolo para los sistemas de producción de ganado de leche para mejorar los índices reproductivos es el E2+P4+CP+GnRH de 3 manejos, este no se obtiene escogiendo el que logra más tasa de preñez, sino el protocolo que más se asemeja a las condiciones de los sistemas de producción lechera en Colombia, con los cuales se puede optimizar la productividad y rentabilidad de las empresas ganaderas.

**Palabras Clave:** lechería especializada, protocolos hormonales, preñeces.

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 12 de 16</b>


3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 13 de 16</b>

está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO \_X\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)

NIT: 890.680.062-2



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 14 de 16</b>

Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.



La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
---	---


	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 15 de 16</b>

1. Programas de inseminación artificial a término fijo (IATF) en vacas de lechería especializada	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
Florez Rodriguez Shirley Andrea	
Cañon Carrillo Jhon Alejandro	

21.1-51-20.

 <b>UDEC</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 16 de 16</b>

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

**Programas de inseminación artificial a término fijo (IATF) en vacas de lechería especializada**

**Jhon Alejandro Cañón Carrillo**

**Universidad de Cundinamarca  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Programa de Zootecnia  
Ubaté  
2021**

**Programas de inseminación artificial a término fijo (IATF) en vacas de lechería especializada**

**Jhon Alejandro Cañón Carrillo**

**Trabajo de Grado para Optar al título de Zootecnista**

**Director:**

**Shirley Andrea Flórez Rodríguez**

**MVZ, MSc, PhD en Reproducción Animal**

**Universidad de Cundinamarca**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Programa de Zootecnia**

**Ubaté**

**2021**



**Tabla de contenido**

Resumen ejecutivo .....	4
Introducción .....	6
Descripción y formulación del problema .....	9
Objetivos .....	11
Objetivo general .....	11
Objetivos específicos.....	11
Marco referencial .....	12
Definiciones .....	12
Marco teórico .....	14
Historia de la IA y IATF .....	14
Fisiología del ciclo estral Bovino.....	17
Contexto productivo y reproductivo de la lechería especializada.....	21
Factores clave que afectan la eficiencia reproductiva en la lechería especializada.....	24
Sugerencias para realizar una IATF exitosa.....	26
Diseño metodológico.....	28
Análisis de Resultados.....	33
Protocolos de IATF .....	33
Protocolos de sincronización con PG y GnRH.....	36
1. Ovsynch.....	36
2. Cosynch.....	40
3. Suplemento de P4 + GnRH – PG .....	43
Presincronización en los programas de IATF que usan GnRH y PG.....	46
1. Presynch .....	46
2. Double Ovsynch.....	47
3. G-6-G. ....	48
Sincronización con E2 + P4 .....	50
Métodos de Resincronización .....	54
Costos de los protocolos de IATF. ....	58
Valor de las hormonas de diferentes laboratorios utilizados en Colombia. ....	58
Valor Actual de los protocolos de sincronización de IATF que Usan GnRH – PG y Suplemento de P463	
Conclusiones .....	68
Recomendaciones.....	70
Referencias.....	72

## Resumen ejecutivo

El presente trabajo es resultado de la consulta de literatura especializada y actualizada a nivel mundial en bases de datos de literatura científicas, en el cual se recopilan los principales protocolos de inseminación artificial a término fijo (IATF) utilizados para sincronizar los celos y ovulaciones en vacas de producción lechera, partiendo desde la década del 90 con el Ovsynch hasta los protocolos actuales de resincronización, revisando los protocolos usados en los países donde la aplicación de esta tecnología ha sido más difundida y enfocándonos en los protocolos para vacas de lechería especializada en condición de pastoreo y confinamiento. Los artículos usados serán en inglés, portugués y español, los protocolos fueron dibujados en una línea de tiempo para facilitar su comprensión. Se usaron las bases de datos de la biblioteca de la Universidad seleccionando artículos del 2015 al 2021 para conseguir entender la evolución de los protocolos de IATF.

En la presente revisión analizamos diferentes estudios sobre IATF publicados por países como Brasil, Canadá, Estados Unidos, Argentina y Colombia, recopilando la información del protocolo hormonal, factores inherentes a las hembras de la raza Holstein como (categoría, condición corporal), factores inherentes al manejo (nutricional, instalaciones, sistema de pastoreo), siendo la tasa de preñez la principal variable de estudio, finalmente, se realizó el análisis de costos y factibilidad de dichos protocolos para la situación de la ganadería lechera colombiana.

Esta monografía de tipo investigativa tuvo como fin indicar cuál es la mejor alternativa para el manejo reproductivo en los sistemas de producción lechera en el trópico alto colombiano, sobre lo cual podemos afirmar que el uso de IATF es la alternativa más útil para incrementar la eficiencia reproductiva. Sobre el uso de protocolos, analizamos que cada productor debe considerar los factores intrínsecos y extrínsecos a la técnica que pueden interferir en los resultados, de esta manera evita que se sigan cometiendo errores y que los productores se desanimen con el uso de estas biotecnologías, debido al uso de protocolos poco eficientes para sus condiciones. Para lo cual, redactamos las ventajas y desventajas de cada protocolo.

Al final, se concluye que el mejor protocolo para los sistemas de producción de ganado de leche para mejorar los índices reproductivos es el E2+P4+CP+GnRH de 3 manejos, este no se obtiene escogiendo el que logra más tasa de preñez, sino el protocolo que más se asemeja a las condiciones de los sistemas de producción lechera en Colombia, con los cuales se puede optimizar la productividad y rentabilidad de las empresas ganaderas.

**Palabras Clave:** lechería especializada, protocolos hormonales, preñeces.

### Abstract

The present work is the result of consulting specialized and updated literature worldwide in scientific literature databases, in which the main fixed-term artificial insemination (FTAI) protocols used to synchronize estrus and ovulation in cows are compiled. of milk production, starting from the 90s with Ovsynch up to the current resynchronization protocols, reviewing the protocols used in the countries where the application of this technology has been more widespread and focusing on the protocols for specialized dairy cows in condition of grazing and confinement. The articles used will be in English, Portuguese and Spanish, the protocols were drawn on a timeline to facilitate their understanding. The databases of the University library were used, selecting articles from 2015 to 2021 to understand the evolution of the FTAI protocols.

In this review we analyze different studies on FTAI published by countries such as Brazil, Canada, the United States, Argentina and Colombia, compiling information on the hormonal protocol, factors inherent to females of the Holstein breed such as (category, body condition), factors inherent to management (nutritional, facilities, grazing system), being the pregnancy rate the main variable of study, finally, the analysis of costs and feasibility of said protocols for the situation of Colombian dairy farming was carried out.

The purpose of this investigative monograph was to indicate which is the best alternative for reproductive management in dairy production systems in the Colombian high tropics, on which we can affirm that the use of IATF is the most useful alternative to increase reproductive efficiency. . Regarding the use of protocols, we analyze that each producer must consider the intrinsic and extrinsic factors to the technique that can interfere in the results, in this way it avoids that mistakes continue to be made and that producers are discouraged with the use of these biotechnologies, due to to the use of inefficient protocols for their conditions. For which, we write the advantages and disadvantages of each protocol.

In the end, it is concluded that the best protocol for dairy cattle production systems to improve reproductive rates is the E2+P4+CP+GnRH of 3 managements, this is not obtained by choosing the one that achieves the highest pregnancy rate, but the protocol that most resembles the conditions of dairy production systems in Colombia, with which the productivity and profitability of livestock companies can be optimized.

Keywords: specialized dairy, hormonal protocols, pregnancies.

## Introducción

La ganadería del sector lechero bovino de hoy en día afronta nuevos desafíos como lo es la competitividad de los mercados nacionales y extranjeros requiriendo de una alta producción y reproducción del hato, en este sentido es importante aprovechar las biotecnologías que se han estudiado y estandarizado a lo largo de muchos años de investigación para ser más eficientes (Marizancén. M. A. & Pimentel, 2014).

En los sistemas de producción en lechería especializada en condiciones de nuestro medio, la parte reproductiva es la que más se ve afectada debido a que las vacas lecheras en pastoreo presentan anestros postparto prolongados por su elevada producción y deficiencias en la parte nutricional, también se presentan problemas de manejo como la falla o baja exactitud en la detección del celo por observación visual, siendo detectados entre el 40 al 50% de los celos por métodos tradicionales y hasta un 83% con ayudas tecnológicas, siendo mayor el desafío en vacas en anestro (Contexto ganadero, 2017), esta problemática se traduce en bajos índices reproductivos dentro del hato como lo es el aumento de los días abiertos (Borman et al., 2003). Es por esto que la inseminación artificial a término fijo (IATF) es la biotecnología reproductiva más utilizada en los bovinos de producción lechera para aumentar estos índices (productivos y reproductivos), también a través de esta poder realizar un mejoramiento genético buscando obtener la máxima eficiencia del retorno económico, es importante que los animales que se traten con esta biotecnología tengan un adecuado balance nutricional y un buen estado sanitario (Domínguez Vidal et al., 2020).

La IATF maneja protocolos que han sido evaluados a lo largo de varios años donde se utilizan diferentes medicamentos hormonales para manipular el ciclo estral de la vaca lechera,

obteniendo ventajas como lo es omitir la detección de celos, agrupar o manejar varios lotes de vacas para programar partos en diferentes épocas del año para mantener una constancia de producción anual, reducir los días abiertos, identificar patologías reproductivas y es una gran herramienta para descartar animales infértiles y también permite tratar vacas en cualquier momento del ciclo estral (Leonel, 2017).

Las desventajas que se tienen es que falta de aplicación de la IATF para el caso de pequeños y medianos productores, también la falta de conocimiento técnico científico por parte de algunos técnicos y/o profesionales, ya que al momento de ejecutar esta biotecnología se producen fallas en los protocolos, obteniendo resultados desalentadores para los productores cuando piensan en el costo-beneficio, en consecuencia, se disminuye el interés para el uso de esta biotecnología reproductiva (Denis-Robichaud et al., 2018). El productor debe saber inicialmente que los protocolos de IATF tienen una efectividad del 40 al 50 % de preñez en la primera inseminación para vacas y novillas de todas las razas con diferentes manejos a nivel mundial según lo reportado en la literatura (Bó, 2013), pero con la pre y re sincronización se puede aumentar este porcentaje siendo una excelente herramienta para el manejo reproductivo del hato, siempre y cuando se haga un manejo zootécnico eficiente antes y durante su implementación (Jeffrey S. Stevenson, 2016).

La adecuada producción y rentabilidad de un hato lechero se ve reflejada en un excelente manejo de la nutrición, sanidad y la reproducción (Meléndez & Bartolomé, 2017). Sobre todo, la eficiencia reproductiva es uno de los aspectos más importantes de la producción de ganado lechero, ya que tiene un alto impacto en los costos de producción, pues de esta depende el periodo de producción de las hembras (Mariscal et al., 2015). Históricamente es conocido que la eficiencia reproductiva es 5 veces más importante que la variable de aumento de peso y 10 veces más importante que la calidad de carcasa, según un análisis económico realizado por Trenkle y



Wilhan (1977). Datos confirmados de manera reciente por otros autores (Consentini et al., 2021; Ojeda-Rojas, 2020).

El futuro de la reproducción animal está en controlar hormonalmente el crecimiento folicular y la ovulación para optimizar el manejo reproductivo y productivo (Instituto de Reproducción Animal Córdoba, 2013). Afortunadamente muchos productores han asimilado bien esta afirmación, al ser confirmado en las ficas que la Inseminación artificial a término fijo (IATF) es una de las biotecnologías reproductivas que ayudan a mejorar los porcentajes de preñez, reduciendo los días abiertos en el ganado bovino, aumentando el porcentaje de servicios, disminuyendo el descarte de vacas por problemas reproductivos y facilitando el mejoramiento genético. Al intensificar su uso en el manejo reproductivo, se aumenta las posibilidades de preñar las vacas y se elimina la necesidad de detección de celo.

En ese sentido, es necesaria la investigación y recopilación de información detallada sobre los protocolos usados para el manejo reproductivo en lechería especializada, a pesar de que el uso de la IATF ha estado en aumento, en el país existe poca información publicada de los indicadores reproductivos y resultados a campo del uso de biotecnologías. Es por esto que, esta monografía presenta los programas de reproducción para ganado de leche utilizados en los países de mayor producción lechera en el mundo, con la implementación de las biotecnologías de la reproducción bovina y protocolos de IATF especializados. Adicionalmente, se presenta un análisis comparativo de diferentes protocolos comerciales de IATF utilizados en vacas lecheras con base en los resultados de su eficiencia y con relación al costo beneficio, de esta manera poder seleccionar el protocolo hormonal más sobresaliente “ideal” para inducir alta fertilidad en las vacas e incrementar los índices reproductivos (Bó et al., 2007).

### **Descripción y formulación del problema**

La reproducción del ganado bovino es uno de los grandes retos que se tienen en la producción de lechería especializada en el trópico alto (Gaona et al., 2016). En razón, a lo señalado por varios autores, las vacas de alta producción tienen baja fertilidad asociado a factores ambientales, nutricionales, metabólicos y genéticos (Binelli et al., 2019; Cardoso Consentini et al., 2021a; Chebel & Ribeiro, 2016). Asimismo, la fertilidad se ha desmejorado debido a que la selección genética se ha hecho para caracteres de producción lechera y menos para caracteres reproductivos (Rincón et al., 2015; Walsh et al., 2011). Por lo tanto, el principal desafío es conseguir que todas las vacas queden preñadas después de que se haya cumplido el tiempo de involución uterina y/o el periodo de espera voluntario (PEV) que está entre los 45 y máximo 90 días, para poder cumplir con el objetivo de obtener un ternero por vaca/año, garantizando la producción constante de leche en la finca, siendo rentables y eficientes en este sector de la ganadería colombiana (Fedegan & SENA, 2013). Como fue mencionado, son muchos los factores que afectan la eficiencia reproductiva en vacas de alta producción en estos hatos de trópico alto, uno de los inconveniente más comunes es la dificultad en la detección del celo por los métodos tradicionales, pues hay vacas que presentan celos silenciosos o indetectables, vacas que presentan los celos en horas de la noche o madrugada donde la persona encargada no las puede ver, realizando inseminaciones tardías y/o tempranas disminuyendo la tasa concepción debido a que la ovulación ya se ha efectuado o por el contrario no se ha presentado (Horrach Junco et al., 2020). En nuestro medio se acostumbra el uso del método de inseminación AM-PM, sin embargo, si no se hace una correcta detección de celo se reducirá el éxito de las inseminaciones. Esto conlleva al incremento de los días abiertos (DA) y en general, a que los índices reproductivos sean indeseables. Un día abierto en un hato lechero tiene consecuencias

negativas en la fertilidad del ganado lechero y en su producción, ya que estas vacas después de un tiempo son difíciles de preñar, deben ser descartadas y esto perjudica la rentabilidad de la finca a mediano y largo plazo (Bicalho, 2013).

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) surgió para solucionar ese problema en la detección de celo. Sin embargo, esta es una biotecnología poco implementada por los ganaderos. A pesar de que existe mucha información sobre protocolos de IATF durante los últimos 20 años, esta biotecnología no es estática, dado que aún no alcanza los porcentajes de eficiencia esperados, más aún, cuando se trata de protocolos hembras de alta producción lechera, con alto consumo de alimento, alta tasa metabólica y un perfil endocrino asociado con la reducción de la fertilidad (Binelli et al., 2019). Por otro lado, los productores tienen temor de su uso por el costo que representa y por las bajas tasas de preñez alcanzadas, no superiores al 50% en el primer servicio, desconociendo la relación costo-beneficio. Otra dificultad es la apropiación del nuevo conocimiento científico disponible para una correcta planeación y ejecución de programas de IATF eficientes para vacas de alta producción lechera, no solo centrándose en un protocolo hormonal, sino en programas reproductivos que mejoren la fertilidad de las vacas y así la confianza de los ganaderos en su uso.

De lo anterior, surge la pregunta de investigación, sobre la cual se va a realizar la búsqueda de literatura a nivel nacional e internacional, y es sobre ¿Cuáles protocolos de IATF se están utilizando en la actualidad para vacas de alta producción lechera, ¿cuál es la eficiencia que se está alcanzando con estos, y cuál sería el protocolo “ideal” que permita mejorar los índices reproductivos en los sistemas de producción lechera del trópico alto?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Generar una actualización literaria sobre la eficiencia de los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) utilizados en hembras bovinas bajo sistemas de lechería especializada.

### **Objetivos específicos**

- Describir los programas de IATF implementados actualmente en vacas de lechería especializada, recopilados de la información científica publicada a nivel nacional e internacional.
- Comparar la eficiencia reproductiva de los diferentes protocolos de IATF utilizados en hembras bovinas bajo un sistema de lechería especializada.
- Argumentar sobre el costo y beneficio de la implementación de programas de IATF y su impacto en la rentabilidad de los sistemas de producción lechera.

## Marco referencial

### Definiciones

**IA:** Inseminación Artificial

**IATF:** Inseminación Artificial a Terminio fijo

**GnRH:** Hormona liberadora de gonadotrofinas, de origen hipofisario causante de incrementar y/o disminuir los niveles la FSH y LH en el ovario ayudando a crear nuevas ondas foliculares y causar el pico preovulatorio. Las hormonas comerciales utilizadas son Buserelina, Lecirelina, Gonadorelina.

**PG:** Prostaglandina, hormona de origen uterino encargada de causar la lisis de un cuerpo lúteo. La hormona sintética su utiliza para el control de quistes y/o cuerpos lúteos persistentes de origen patológico las más utilizadas en la actualidad es el D (+) Cloprostenol sódico y el Dinoprost Trometamina.

**E2:** Estrógenos, hormonas de origen ovárico encargada del comportamiento estral del bovino, los esteres sintéticos utilizados son el Benzoato, Cipionato y Valerato de estradiol.

**P4:** Progesterona, Hormona encargada de la preñez también es de origen ovárico.

**BE:** Benzoato de Estradiol.

**CP:** Cipionato de Estradiol.

**DIB:** Dispositivo Intravaginal Bovino.

**eCG:** Gonadotrofina Coriónica Equina.



**Sincronizar la ovulación:** consiste en la aplicación de un producto hormonal que permite regular la LH y provocar la ovulación de un folículo de Graff.

**Sincronizar el estro:** Es la manipulación del ciclo estral de la hembra bovina, consiste en la aplicación de hormonas sintéticas para provocar un celo fértil

**Tasa de preñez:** Porcentaje de hembras preñadas en un hato. Se define como el número de hembras preñadas sobre el número de hembras servidas.

**PEV:** Periodo de Espera Voluntario, es el tiempo esperado entre la involución uterina y el primer celo natural.

**DE:** Detección del Estro, es la manera de detectar el celo en las vacas mediante la observación visual.

## Marco teórico

### Historia de la IA y IATF

La inseminación artificial de ganado a gran escala fue iniciada por Ivanoff a finales del siglo XIX y principios del XX en Rusia. Para 1938, se estima que 1,2 millones de cabezas de ganado en Rusia habían sido inseminadas bajo sus programas. Los líderes daneses adoptaron las técnicas rusas y lanzaron su primera asociación en 1936, y en 1939, los daneses habían establecido 21 asociaciones en Dinamarca. En los Estados Unidos, la Cooperative Artificial Breeding Association No. 1 Inc. fue lanzada en Nueva Jersey en mayo de 1938. Para 1943, más de 14,000 vacas habían sido inseminadas en 1,600 rebaños atendidos por 6 asociaciones de reproducción artificial en New Jersey. Además, existían aproximadamente 100 cooperativas de asociaciones de cría en los Estados Unidos, con el mayor número en Wisconsin y Nueva York (Britt et al., 1986).

La inseminación artificial del ganado creció rápidamente y proporcionó un incentivo para comprender más sobre el momento de la ovulación en el ganado y el momento óptimo para la inseminación. utilizaron palpaciones repetidas de los ovarios de vaquillas y vacas durante y después del estro para determinar que la ovulación ocurrió aproximadamente 14 h después del final del estro; sin embargo, la duración del estro no se midió con precisión en ese y en muchos estudios. La mayoría creía que los eventos al final del estro estimulaban la ovulación del folículo. Sin embargo, estas primeras estimaciones se encuentran dentro del rango estimado por las estimaciones ecográficas modernas de desaparición de folículos (Dransfield et al., 1998).

Al principio, el semen fresco refrigerado se almacenaba en viales con tapón o rosca que podían haber tenido suficiente esperma para atender a más de una vaca. Cuando el semen

congelado estuvo disponible, se empaquetó inicialmente en ampollas de vidrio y luego en pajillas de plástico de 0.25 o 0.5 mL que podrían almacenarse más fácilmente en recipientes de nitrógeno líquido fabricados específicamente para almacenar semen congelado en la granja. En la actualidad, diferentes proveedores de semen bovino para IA utilizan pajitas de ambos tamaños para envasar su semen congelado (J. S. Stevenson et al., 2009).

La inseminación artificial (IA), es una biotecnología de primera generación, catalogada como una técnica simple, exitosa y económica para introducir genes de interés en las poblaciones. Se ha implementado masivamente en animales desde hace más de 50 años y ha venido progresando hasta convertirse en una de las principales técnicas utilizadas en todo el mundo para difundir la genética deseable entre los hatos de ganado lechero (Chebel & Ribeiro, 2016).

La sincronización de los celos y la ovulación datan de los años 1970, cuando surgió la segunda generación de la biotecnología de la reproducción animal específicamente la bovina, con esto se quería un aumento en la eficiencia del manejo productivo y reproductivo en si una adecuada producción de terneros (Moore & Hasler, 2017). En esta generación se caracteriza por el desarrollo del control y la estimulación de la actividad hormonal de la hembra con el objetivo de acortar el anestro postparto facilitando el reinicio de los animales a la actividad reproductiva, la sincronización disminuye e incluso evita la detección del celo y permite el uso más efectivo de la IA.

Con el descubrimiento de la prostaglandina y con el conocimiento de la fisiología reproductiva y foliculogénesis en vacas, se diseñaron en los años 1990 protocolos sencillos y exitosos para sincronizar el estro y la ovulación en vacas, asimismo, se redujo o eliminó la necesidad de la detección del celo. Así surgió otra biotecnología llamada inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Binelli et al., 2019).

**Cuadro 1.** Cronología de eventos y tecnologías importantes desarrolladas para ayudar en el manejo reproductivo del ganado lechero

1930	Se describen en primer lugar los extractos de gonadotropina.
1933	La progesterona está aislada y caracterizada.
1937	Se desarrolla el método de fijación cervical recto vaginal de la IA.
1941	Se determina el momento de la ovulación.
1941	Se introducen diluyentes de semen para IA.
1949	El semen congelado se desarrolla y se introduce en la industria de la IA.
1951	Nace "Frosty" (primer ternero de la IA con semen congelado-descongelado).
1952	Se agrega glicerol a los diluyentes de semen para proteger los espermatozoides del daño por congelación-descongelación.
1954	El semen congelado se envía primero en nitrógeno líquido.
1955	Las progestinas se utilizan para sincronizar el estro.
1969	Se descubre que la prostaglandina F 2 $\alpha$ es luteolítico.
1971	Se descubre GnRH.
1975	Se desarrolla el dispositivo intravaginal liberador de progesterona (PRID).
1977	Se publica el primer informe de investigación de los podómetros utilizados para detectar el estro.
1979	La prostaglandina F 2 $\alpha$ está aprobada para su uso en ganado lechero.
1980	La GnRH está aprobada para su uso en vacas quísticas.
1982	La ecografía transrectal se utiliza por primera vez para describir las estructuras ováricas y diagnosticar la preñez.
1983	Se emite la primera patente para un podómetro para detectar el estro.
1992	El análisis de sangre para el diagnóstico de preñez se introduce como proteína B específica del embarazo.
1993	Se introducen los sensores de detección de celo sensibles a la presión HeatWatch.
1995	Uso de la ecografía transrectal para el diagnóstico de preñeces.
1995	Los programas de IA cronometrados se introducen con Ovsynch.

1999	Presynch-Ovsynch se describe para AI en el primer servicio.
2000	Los programas de resincronización se desarrollan para vacas abiertas después de un diagnóstico de no gestación.
2005	El semen clasificado por sexo es introducido a la venta por la industria de la IA.
2005	Los acelerómetros se introducen en los monitores de actividad física para la detección del estro.
2011	Se presenta el primer monitor de actividad y salud basado en marcas auriculares.
2014	Las glicoproteínas asociadas al embarazo (PAG) se pueden usar para diagnosticar el embarazo en la leche.

Nota: Tomado de (J. S. Stevenson & Britt, 2017).

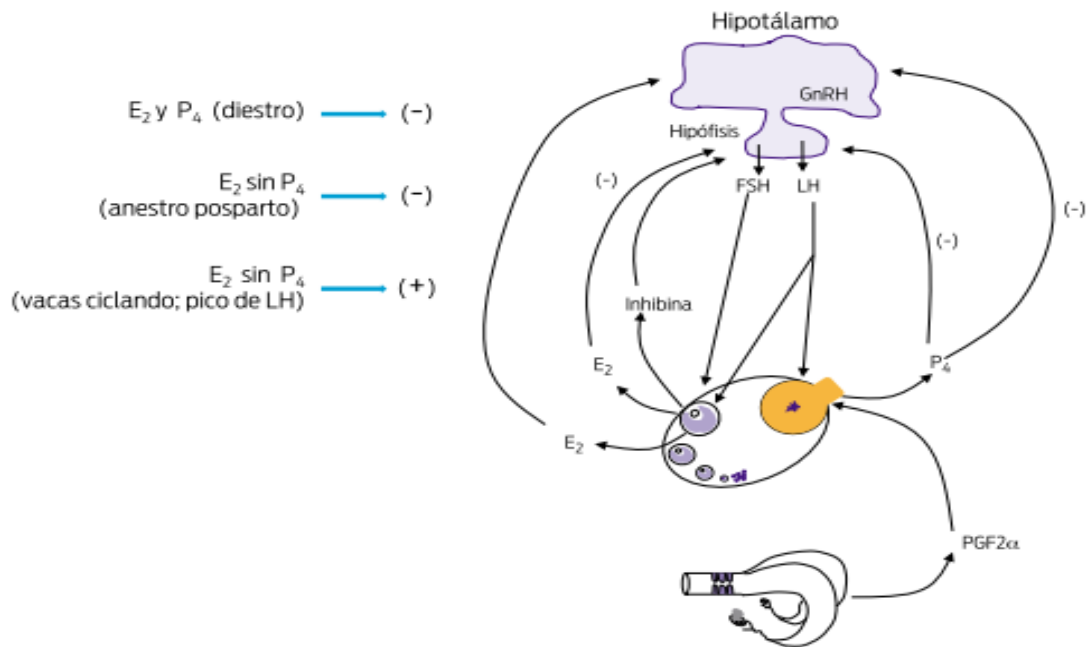
### **Fisiología del ciclo estral Bovino.**

Los bovinos son animales poliéstricos con ciclos estrales cada 21 días (rango 17-24 días) en promedio. El ciclo estral está regulado por las hormonas del hipotálamo (hormona liberadora de gonadotropina, GnRH), la pituitaria anterior (hormona folículo estimulante, FSH y hormona Luteinizante, LH), los ovarios (progesterona, P4; estradiol, E2 e inhibinas) y el útero (prostaglandina F2 $\alpha$ , PGF). Estas hormonas actúan a través de un sistema de retroalimentación positiva y negativa para gobernar el ciclo estral del bovino (Meléndez & Bartolomé, 2017).

“La GnRH estimula en la hipófisis la síntesis y secreción de LH y FSH. En la etapa prepuberal y en el anestro posparto los estrógenos inhiben la secreción de GnRH mientras que en el proestro y estro, la estimulan. La progesterona inhibe la secreción de la GnRH y disminuye la respuesta de la hipófisis a la GnRH. Los estrógenos y la inhibina suprimen la secreción de FSH directamente en la hipófisis”(Colazo & Mapletoft, 2014).

**Figura 1.**

*Retroalimentación entre el hipotálamo, hipófisis y el ovario.*



Nota: Tomado de (Hernández Cerón, 2016).

La GnRH es un decapeptido producido en las neuronas del área ventromedial y del área preóptica del hipotálamo. La GnRH es secretada de dos formas: una secreción pulsátil o tónica desde el centro tónico del hipotálamo y la secreción preovulatoria de GnRH que anteriormente se creía que era directamente estimulada por el E<sub>2</sub> (Sanz et al., 2019).

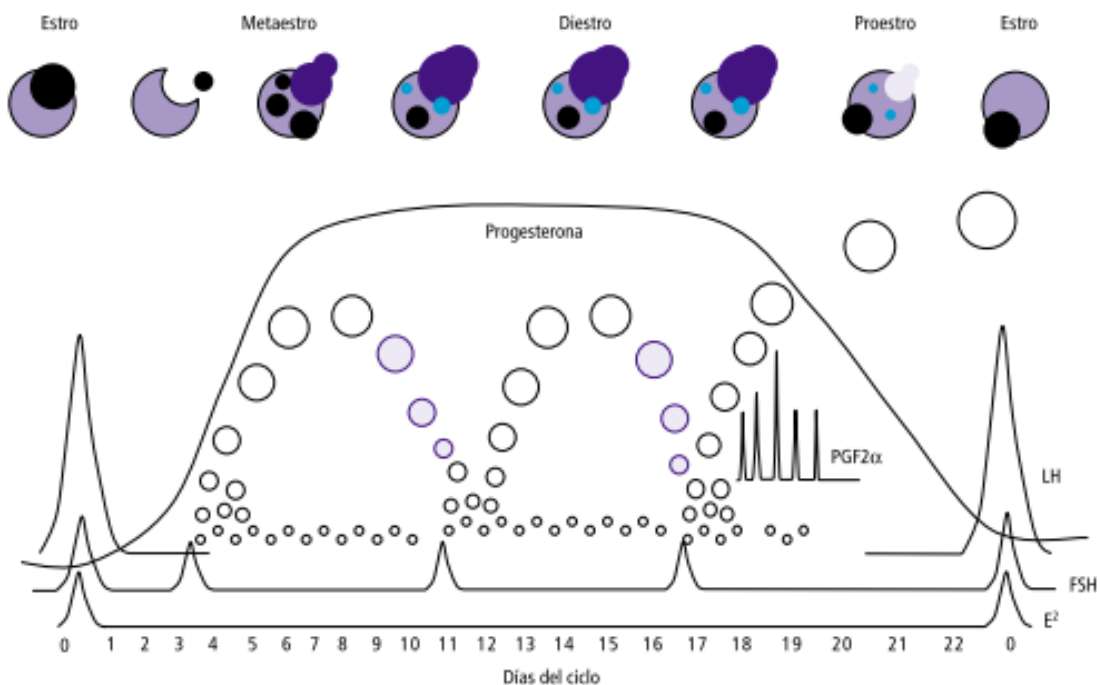
La FSH sólo se almacena en gránulos secretores en el citoplasma durante períodos cortos de tiempo, mientras que la LH se almacena durante períodos más largos durante el ciclo estral. Durante la fase folicular del ciclo estral las concentraciones de P<sub>4</sub> circulante son bajas debido a la regresión del cuerpo lúteo (CL). El aumento de las concentraciones de E<sub>2</sub>, proveniente del folículo dominante preovulatorio induce un pico de GnRH y a su vez permite la visualización del comportamiento estral durante el cual las hembras son sexualmente receptivas y permiten ser

montadas (Mapletoft et al., 2014) Este pico preovulatorio de GnRH induce un pico de LH y la ovulación ocurre en promedio a las 27 horas después del pico de LH o inicio del estro (Cerón, 2016).

La ovulación es seguida por la fase lútea del ciclo estral. Los primeros 3-4 días son conocidos como el metaestro que es cuando toma parte la formación del CL (llamado en este momento cuerpo hemorrágico). En los días siguientes (diestro) la concentración de P4 en sangre comienza a aumentar debido a la formación del CL en el que las células luteinizadas de la granulosa y la teca producen grandes cantidades de P4 en preparación para el establecimiento y mantenimiento de la preñez o la reanudación del ciclo estral ( Colazo et al., 2014).

## Figura 2.

### *Etapas del ciclo estral*



Nota: Tomado de (Cerón, 2016).



### **Dinámica folicular**

El ovario es responsable de la producción de ovocitos y de la síntesis de hormonas sexuales, estrógenos y progesterona, las cuales promueven y regulan la fertilización del ovocito y el mantenimiento de la gestación. El ovocito se encuentra dentro del folículo ovárico rodeado por células de la granulosa las cuales participan en forma activa en su crecimiento y maduración (Moreno-Oliva et al., 2016).

“La hembra bovina nace con aproximadamente 200 mil folículos, de los cuales muy pocos se activan e inician su crecimiento, y la mayor parte de ellos sufre atresia en diferentes etapas de desarrollo. Al nacimiento, los folículos están en la fase más elemental y se conocen como folículos primordiales. Posteriormente estos folículos se activan y se transforman en folículos primarios y secundarios; hasta este momento los folículos no tienen antro (etapa preantral) y su desarrollo es independiente de las gonadotropinas. Cuando los folículos forman el antro se conocen como folículos terciarios y su desarrollo es dependiente de las gonadotropinas (etapa antral)”(Cerón, 2016).

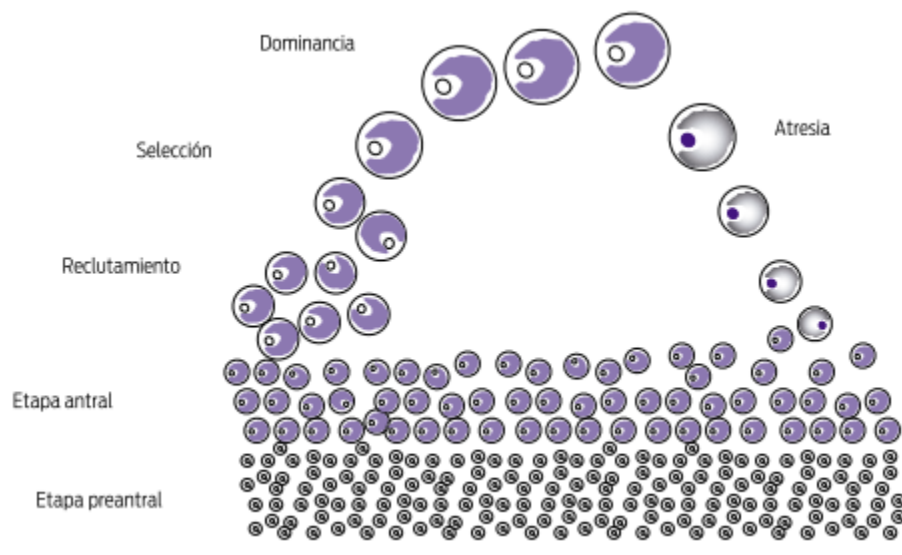
El foliculo en la etapa antral tiene un crecimiento que se da en forma de ondas u oleadas y cada una de estas empieza con el aumento de los niveles de la hormona FSH promoviendo pequeños grupos de foliculos con diámetros entre 4 a 5 mm, esto se conoce como reclutamiento. Seguidamente un solo foliculo continua el desarrollo convirtiendose en dominante causando el incremento de las concentraciones de E2 e inhibina con una contigua disminución en las concentraciones de la FSH y la atresia de los demas foliculos subordinados, el foliculo dominante continua su crecimiento siendo estimulado por la LH (Sanz et al., 2019).

“El folículo dominante perdura de cuatro a seis días y si no llega a ovular, sufre atresia. Después de la atresia del folículo dominante bajan los niveles de estrógenos e inhibina, se

observa un incremento de las concentraciones de FSH y se inicia una nueva oleada folicular” (Cerón, 2016).

### Figura 3.

#### *Crecimiento folicular*



Nota:(Hernández Cerón, 2016).

### Contexto productivo y reproductivo de la lechería especializada en Colombia.

Los sistemas de producción lechera están dispersos en toda la geografía del territorio nacional, pero se pueden identificar tres cuencas importantes que se encuentran en el sur (Departamento de Nariño), en el centro (Altiplano Cundiboyacense) y en el noroccidente (Departamento de Antioquia), ubicados entre los 1800 a 2200 m.s.n.m. producen más del 70 % de leche acopiada por la industria (MADR, 2005).

La producción de litros/año es de 19 millones en la actualidad, con un porcentaje de participación en el PIB del 6.4, Colombia ha abierto sus mercados a la competencia internacional al firmar varios tratados de libre comercio con países y grupos de países en el mundo como Estados Unidos, Unión Europea, México y Chile lo que ha ocasionado una situación de presión en el sector lechero por lo que debe ser competitivo en un mercado globalizado (Carulla Fornaguera & Ortega García, 2016). respecto a Estados Unidos y la India que son los principales productores de leche a nivel mundial, Colombia se ubica en el puesto número 14 del ranking mundial junto con Canadá y Japón, a nivel latinoamericano se ubica en el número 4 siendo Brasil el principal (FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, 2020).

La lechería especializada se desarrolla principalmente en el trópico alto por encima de los 2000 metros sobre el nivel del mar con temperaturas que oscila entre los 10 y 20 grados centígrados, la especie forrajera es el pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). La raza predominante de estos sistemas de producción es la Holstein-Friesian, también encontrándose otras como la Jersey, Pardo Suizo y Normando esta última es de aptitud doble propósito. Las vacas se ordeñan dos veces al día (am; pm) y reciben suplementación con concentrado durante el ordeño (Carulla Fornaguera & Ortega García, 2016).

Los parámetros productivos y reproductivos en la lechería especializada son fundamentales para determinar de una manera objetiva la viabilidad de un hato y por ende la fertilidad de este. Según la federación colombiana de ganaderos (FEDEGAN), son una base fundamental evaluar la ganadería e identificar si una finca es productiva, recordando que sin preñeces no hay producción láctea. En la tabla 1, se observan algunos indicadores recolectados a nivel nacional de algunas fincas en diferentes departamentos en la que su hato predomina la raza Holstein, en esta tabla nos enfocaremos en el parámetro de los días abiertos, es allí la

problemática puntual que este trabajo visualiza y que, por medio de la IATF se pueden disminuir y mejorar este índice que es de vital importancia en la ganadería de leche, carne y doble propósito (Fondo Nacional del Ganado, 2016).

**Tabla 1.**

*Indicadores productivos y reproductivos de la lechería especializada en diferentes predios donde predomina la raza Holstein.*

<b>Departamento</b>	<b># de predios</b>	<b>Raza</b>	<b>Productividad /Lt/Vaca/día</b>	<b>Días abiertos</b>	<b>Natalidad (%)</b>
Antioquia	150	Holstein	19,5	110	57.1
Cundinamarca	103	Holstein	24	125	59
Boyacá	75	Holstein	18	120	58.5
<b>Nariño</b>	<b>115</b>	<b>Holstein</b>	<b>23</b>	<b>135</b>	<b>58</b>

Nota: tomado de FNG- FEDEGAN, Oficina de investigaciones económicas (2016).

Los días abiertos son los que transcurren a partir de que se culmina el tiempo de espera voluntario posterior al parto (PEV), hasta el momento de la concepción. un incremento en los días abiertos genera pérdidas, que se originan en el sostenimiento de la vaca en esa fase improductiva (Fedegan & SENA, 2013). En la tabla 2, se observa la perdida estimada que tiene una lechería especializada en un día abierto.

Los días abiertos deben ser máximo de 90, lo cual permite tener partos anuales con lactancias de 305 días y se permite un descanso de 60 días de ordeño, este parámetro es altamente dependiente de la detección del celo y el control de los servicios con el uso de biotecnologías de la reproducción (Sanchez A., 2010).

**Tabla 2.**

*Valor en pesos colombianos el costo de un día abierto en el sistema de producción de lechería especializada.*

<b>RUBRO</b>	<b>VALOR(\$)</b>
Alimentación	1.200
Sanidad	333
Sal	175
Operativos	3.767
Lactancia no recibida	3.279
Ternero no recibido	1.400
Administrativos	8.333
Imprevistos	1.513
<b>TOTAL</b>	<b>20.000</b>

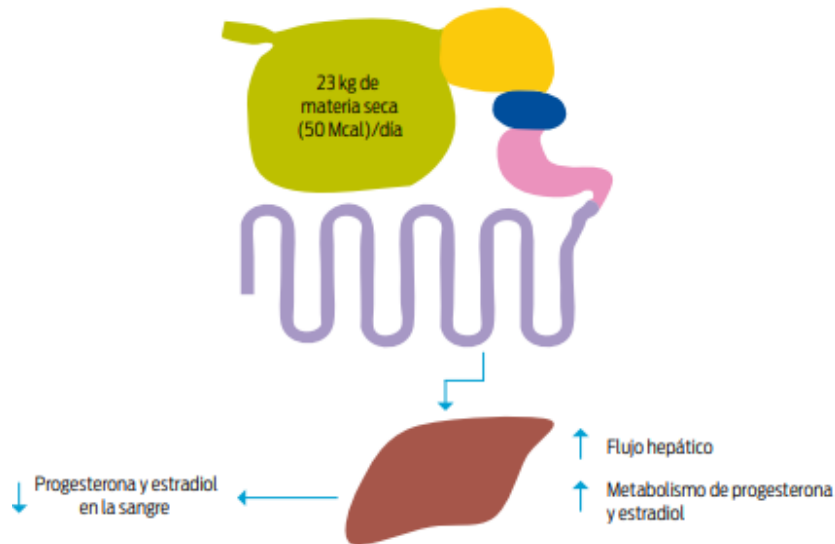
Nota: Oficina de Investigaciones Económicas 2016.

### **Factores clave que afectan la eficiencia reproductiva en la lechería especializada**

La eficiencia reproductiva ha disminuido en los últimos 30 años, por lo que la vaca lechera se ha transformado en una máquina de alta producción, donde se ha mejorado genéticamente la parte productiva dando paso a manejos nutricionales exclusivos en el que la alta ingesta de materia seca, figura 4. predomina y metabólicamente tiene que movilizar más reservas de energía corporal para enfrentar las altas demandas energéticas propias de la lactación, lo que acarrea efectos negativos en la parte de fertilidad y reproducción (Lucy, 2019).

**Figura 4.**

Elevado consumo de materia seca en la vaca lechera ocasiona aumento del flujo hepático y con ello acelera la eliminación de las hormonas esteroideas



Nota: tomado de (Hernández Cerón, 2016).

Por otra parte, otros aspectos importantes que se afectan la reproducción es el manejo de las vacas en cuanto a instalaciones y potreros que afectan el bienestar y confort, incrementando el estrés y deteriorando la salud animal. También el deficiente manejo del periodo de transición causa que las vacas entren en anestros fisiológicos y/o patológicos prolongados por la pérdida de la condición corporal, acompañados de malas prácticas veterinarias y zootécnicas realizadas por personal inexperto o poco capacitado todo esto sumado a la incidencia de enfermedades reproductivas con poca administración del hato, como se observa en la figura 5. Consentini et al. (2019) definen los factores que afectan la eficiencia reproductiva en la lechería especializada y de acuerdo con esto se puede mejorar la rentabilidad del hato.

**Figura 5.**

*Factores que afectan la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras*



Nota: tomado de (Cardoso Consentini et al., 2021). Los componentes que se encuentran en rojo son las que disminuyen la fertilidad y los que están en verde la aumentan.

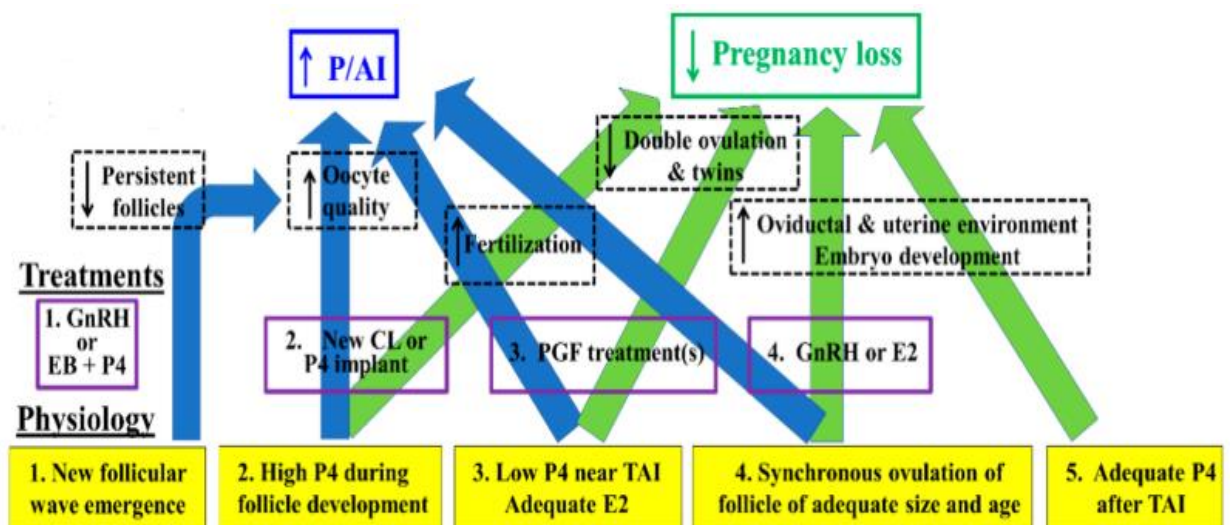
### **Sugerencias para realizar una IATF exitosa.**

Generalmente para realizar una IATF se pueden seguir dos vías ya sea con protocolos que utilizan GnRH + PG o E2 + P4 ambos buscan objetivos fisiológicos similares. como se observa en la figura 6. Lo que sugiere (Consentini et al., 2021), Lo importante es que se cumpla Primero, sincronizar la aparición de una nueva onda folicular ya sea ovulando un folículo dominante después del tratamiento con GnRH o inhibiendo las gonadotropinas después del tratamiento con compuestos E2 + P4 para inducir el recambio de folículos en la onda folicular actual. En segundo

lugar, la P4 circulante se mantiene a concentraciones elevadas durante el desarrollo de la nueva onda folicular preovulatoria. En tercer lugar, la regresión eficaz del cuerpo lúteo (CL) utilizando prostaglandina F<sub>2</sub> $\alpha$  (PGF) minimiza la P4 y mejora la E2 circulante cerca de la IA. En cuarto lugar, un folículo con el tamaño y la edad adecuados se ovula sincrónicamente utilizando GnRH o E2 para que corresponda con la programación adecuada de IATF. Finalmente, la P4 circulante elevada y constante se mantiene a partir del CL que funciona correctamente generado después de la ovulación final.

**Figura 6.**

*Fisiología clave en los protocolos de IATF.*



Nota:(Consentini et al., 2021).

En los (rectángulos amarillos) es lo que debe ocurrir durante los protocolos de IATF, (rectángulos con líneas púrpuras) muestran los tratamientos comunes que se utilizan para lograr estos resultados y (rectángulos con líneas negras discontinuas) muestran los mecanismos que producen un aumento de preñez en la primera IA.



### Diseño metodológico

Fueron planteados 3 objetivos para los cuales se realizó la búsqueda de información científica en las bases de datos ofrecidas por la universidad de Cundinamarca. Se escoge la base de datos bibliográfica *Scopus* como fuente primaria, por ser una base de datos muy completa tanto en revisiones de literatura como en trabajos de investigación, el contenido web es de calidad y permite una búsqueda rápida y fácil. También, se uso *Google Académico*, *Scielo* y repositorios institucionales de diferentes universidades.

En la primera etapa los términos de búsqueda utilizados fueron: protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo en vacas de leche. A partir de ahí se seleccionaron los protocolos a incluir en la revisión (Protocolo Ovsynch, Presynch, Double-Ovsynch, Presynch-5d CoSynch, EB+P4, GnRH+ EB+P4 G6G, OvSynch + CIDR y protocolos de resincronización), los cuales fueron buscados usando como términos de búsqueda el nombre de cada protocolo.

Los criterios de selección de artículos fueron aquellos publicados del 2015 al 2021 y de journal con alto factor de impacto. Esta información se recopiló en un Excel como base de datos de los artículos incluidos en esta revisión, para un total de 35 artículos científicos utilizados.

Autores	Titulo	Año	Fuente
Tippenhauer, C.M., Steinmetz, I., Heuwieser, W., Fricke, P.M., Lauber, M.R., Cabrera, E.M., Borchardt, S.	Effect of dose and timing of prostaglandin F2 $\alpha$ treatments during a 7-d Ovsynch protocol on progesterone concentration at the end of the protocol and pregnancy outcomes in lactating Holstein cows	2021	Theriogenology
Fernandes, C.A.D.C., Pereira, J.R., Souza, V.O., de Figueiredo, A.C.S., Viana,	Timing of early resynchronization protocols affects subsequent pregnancy outcome in dairy cows	2021	Theriogenology

J.H.M., Siqueira, L.G.B., Palhao, M.P.			
Cerri R.L.A., Burnett T.A., Madureira A.M.L., Silper B.F., Denis-Robichaud J., LeBlanc S., Cooke R.F., Vasconcelos J.L.M.	Symposium review: Linking activity-sensor data and physiology to improve dairy cow fertility	2021	Journal of Dairy Science
Cardoso Consentini, C.E., Wiltbank, M.C., Sartori, R.	Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs	2021	Animals
Cabrera, E.M., Lauber, M.R., Valdes-Arciniega, T., El Azzi, M.S., Martins, J.P.N., Bilby, T.R., Fricke, P.M.	Replacing the first gonadotropin-releasing hormone treatment in an Ovsynch protocol with human chorionic gonadotropin decreased pregnancies per artificial insemination in lactating dairy cows	2021	Journal of Dairy Science
Pytlík, J., Stádník, L., Ducháček, J., Codl, R.	Comparative study of pregnancy rate of dairy cows inseminated with fresh or frozen-thawed semen	2020	Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis
Pereira, M.H.C., Wiltbank, M.C., Guida, T.G., Lopes, F.R., Cappelozza, B.I., Vasconcelos, J.L.M.	Evaluation of presynchronization and addition of GnRH at the beginning of an estradiol/progesterone protocol on circulating progesterone and fertility of lactating dairy cows	2020	Theriogenology
Lauber, M.R., McMullen, B., Parrish, J.J., Fricke, P.M.	Short communication: Effect of timing of induction of ovulation relative to timed artificial insemination using sexed semen on pregnancy outcomes in primiparous Holstein cows	2020	Journal of Dairy Science
Channa, A.A., Aleem, M., Jabbar, M.A., Monir, H., Ahmad, N.	Fertility of lactating jersey x holstein-friesian cows in subtropical region submitted to a double-ovsynch versus ovsynch protocol for timed artificial insemination	2020	Journal of Animal and Plant Sciences

Channa, A.A., Aleem, M., Jabbar, M.A., Monir, H., Ahmad, N.	Fertility of lactating jersey x holstein-friesian cows in subtropical region submitted to a double-ovsynch versus ovsynch protocol for timed artificial insemination	2020	Journal of Animal and Plant Sciences
Bandai, K., Kusaka, H., Miura, H., Kikuchi, M., Sakaguchi, M.	A simple and practical short-term timed artificial insemination protocol using estradiol benzoate with prostaglandin F2 $\alpha$ in lactating dairy cows	2020	Theriogenology
Stangaferro, M.L., Wijma, R.W., Giordano, J.O.	Profitability of dairy cows submitted to the first service with the Presynch-Ovsynch or Double-Ovsynch protocol and different duration of the voluntary waiting period	2019	Journal of Dairy Science
Stangaferro, M.L., Wijma, R.W., Giordano, J.O.	Profitability of dairy cows submitted to the first service with the Presynch-Ovsynch or Double-Ovsynch protocol and different duration of the voluntary waiting period	2019	Journal of Dairy Science
Sanz, A., Macmillan, K., Colazo, M.G.	A review of the ovarian synchronization programs based on the use of gonadotrophin releasing hormone and prostaglandin F2 $\alpha$ for dairy and beef heifers [Revisión de los programas de sincronización ovárica basados en el uso de hormona liberadora de gonadotropinas y prostaglandina f2 $\alpha$ para novillas de leche y de carne]	2019	ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria
Patron, R., Lopez-Helguera, I., Pesantez-Pacheco, J.L., Perez-Villalobos, N., Heras, J., Vicente Gonzalez, J., Fargas, O., Astiz, S.	Resynchronization with the G6G protocol: A retrospective, observational study of second and later timed artificial inseminations on commercial dairy farms	2019	Reproduction in Domestic Animals
Mion B., Bonotto R.M., Farias C.O., Rosa F.S., Pradiee J., Rovani M.T., Pegoraro L.M.C., Bonotto A.L.M., Pfeifer L.F.M., Schneider A.	J-Synch protocol associated with estrus detection in beef heifers and non-lactating cows [Protocolo J-Synch associado com detecção de estro em novilhas e vacas de corte não lactantes]	2019	Medicina Veterinaria (Brazil)
Luchterhand, M., Gamarra, C.A., Gennari, R.S., Carvalho, P.D.,	Ovulation and fertility response to commercially available GnRH products in lactating cows synchronized with the Double-Ovsynch protocol	2019	Animal Reproduction Science

Barletta, R.V., Souza, A.H.			
Karakaya-Bilen, E., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Keskin, A., Guner, B., Serim, E., Santos, J.E.P., Gümen, A.	Fertility of lactating dairy cows inseminated with sex-sorted or conventional semen after Ovsynch, Presynch–Ovsynch and Double-Ovsynch protocols	2019	Reproduction in Domestic Animals
Stangaferro, M.L., Wijma, R., Masello, M., Thomas, M.J., Giordano, J.O.	Economic performance of lactating dairy cows submitted for first service timed artificial insemination after a voluntary waiting period of 60 or 88 days	2018	Journal of Dairy Science
Stangaferro, M.L., Wijma, R., Masello, M., Thomas, M.J., Giordano, J.O.	Extending the duration of the voluntary waiting period from 60 to 88 days in cows that received timed artificial insemination after the Double-Ovsynch protocol affected the reproductive performance, herd exit dynamics, and lactation performance of dairy cows	2018	Journal of Dairy Science
Stangaferro, M.L., Wijma, R., Masello, M., Giordano, J.O.	Reproductive performance and herd exit dynamics of lactating dairy cows managed for first service with the Presynch-Ovsynch or Double-Ovsynch protocol and different duration of the voluntary waiting period	2018	Journal of Dairy Science
Stangaferro, M.L., Wijma, R., Masello, M., Giordano, J.O.	Reproductive performance and herd exit dynamics of lactating dairy cows managed for first service with the Presynch-Ovsynch or Double-Ovsynch protocol and different duration of the voluntary waiting period	2018	Journal of Dairy Science
Silva, L.A.C.L., Simões, L.M.S., Bottino, M.P., Santos, A.P.C., Santos, G., Martinez, I.Y.H., Souza, J.C., Baruselli, P.S., Sales, J.N.S.	Presynchronization by induction of a largest follicle using a progesterone device in GnRH-based-ovulation synchronization protocol in crossbred dairy cows	2018	Theriogenology
Jaskowski J.M., Herudzińska M., Kulus J., Brüßow K.-P., Gehrke M.	Ovsynch program, its modifications and alternative hormonal programs in cow reproduction [Program Ovsynch, Jego Modyfikacje Oraz Alternatywne Programy Hormonalne Stosowane W Rozrodzie Krów]	2018	Medycyna Weterynaryjna

Crowe M.A., Hostens M., Opsomer G.	Reproductive management in dairy cows - The future	2018	Irish Veterinary Journal
Carvalho, P.D., Santos, V.G., Giordano, J.O., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M.	Development of fertility programs to achieve high 21-day pregnancy rates in high- producing dairy cows	2018	Theriogenolog y
Carvalho P.D., Santos V.G., Giordano J.O., Wiltbank M.C., Fricke P.M.	Development of fertility programs to achieve high 21-day pregnancy rates in high- producing dairy cows	2018	Theriogenolog y
Borchardt, S., Schüller, L., Wolf, L., Wesenauer, C., Heuwieser, W.	Comparison of pregnancy outcomes using either an Ovsynch or a Cosynch protocol for the first timed AI with liquid or frozen semen in lactating dairy cows	2018	Theriogenolog y
Nowicki A., Barański W., Baryczka A., Janowski T.	OvSynch protocol and its modifications in the reproduction management of dairy cattle herds -an update	2017	Journal of Veterinary Research (Poland)
Calderón-Luna J., Santos-Calderón C., Yambay- Riofrío S.	Bibliografic review of the application of ovulation synchronization protocol based on gonadotropin releasing hormone (GnRH) and insulin to increase the conception rate in crossbred Holstein cows [Revisión bibliográfica de la aplicación de protocolo de sincronización de la ovulación basado en hormona de liberación de gonadotropinas (GnRH) e insulina para incrementar la tasa de preñez en vacas Holstein mestizas]	2017	Revista Electronica de Veterinaria
Bó G.A., de la Mata J.J., Baruselli P.S., Menchaca A.	Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle	2016	Theriogenolog y
Wakayo B.U., Brar P.S., Prabhakar S.	Review on mechanisms of dairy summer infertility and implications for hormonal intervention	2015	Open Veterinary Journal
Gundling N., Drews S., Hoedemaker M.	Comparison of Two Different Programmes of Ovulation Synchronization in the Treatment of Ovarian Cysts in Dairy Cows	2015	Reproduction in Domestic Animals
De Rensis F., Garcia-Ispierto I., López-Gatius F.	Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows	2015	Theriogenolog y

## Resultados y discusión

### Protocolos de IATF

Los protocolos hormonales que se utilizan actualmente en el ganado de leche se han clasificado en dos categorías, protocolos a base de hormona Liberadora de gonadotropinas (GnRH) y Prostaglandina (PG) denominados protocolos de tipo Ovsynch y los protocolos basados en Progesterona (P4) y Estradiol (E2), tanto, benzoato de estradiol (BE) como Cipionato de estradiol (CP) y la asociación de P4 + GnRH + BE/CP (G.A. Bó et al., 2018). La predilección por uno de esos protocolos está relacionada con la disponibilidad de hormonas en un país determinado, los protocolos basados en estradiol se utilizan en la América latina y Australia, mientras que los protocolos basados en GnRH tienden a utilizarse más en América del Norte, Europa y Nueva Zelanda, donde el uso de estradiol está prohibido (Bó, 2013).

El primer protocolo estandarizado de IATF para vacas de lechería especializada fue descrito en el año 1995, denominado Ovsynch por (Pursley et al., 1995) quienes utilizaron dosis únicas con hormonas sintéticas análogas a las naturales como el Acetato de Buserelina (GnRH) y el Cloprostenol sódico (Prostaglandina F2 alfa), estudios han demostrado que la primera GnRH resultó en la ovulación en 44 a 54% de las vacas lecheras y la aparición de una nueva onda folicular se sincronizó solo cuando el tratamiento provocó la ovulación (Pursley et al., 1995) con tasas de preñez a la primera inseminación de 35 % (Pursley et al., 1997) estos datos se aplicaron a vacas primíparas y multíparas que presentaron ciclos estrales regulares durante los tratamientos.

Algunas vacas lecheras requieren una concentración alta de progesterona (P4) > 0.5 ng/ml en sangre por lo tanto hay vacas que se encuentran en anestro fisiológico o patológico (Moreno-Oliva et al., 2016) por esta razón Mauer et al, en 1975 desarrollaron un dispositivo intravaginal

bovino (DIB) denominado CIDR (Controlled Internal Drug Release) liberación interna controlada que libera la P4 en forma lenta para alcanzar estos niveles séricos y junto con otras hormonas sintéticas como los estrógenos (E2) Benzoato (BE) y Cipionato de estradiol (CP) se dio inicio a nuevos protocolos de sincronización del celo, estos protocolos se han utilizado ampliamente durante los últimos años en programas de sincronización en el ganado lechero y son el tratamiento preferido para la IATF de ganado de carne en América latina (Instituto de Reproducción Animal Córdoba). Contiguo con un análisis reciente de 431.000 IATF realizado en Argentina se informó un promedio de 50% de preñez en la primera inseminación, (Syntex SA, Argentina; observaciones no publicadas).

Durante la evolución de estos protocolos de IATF, se ha evaluado muchas variaciones para mejorar la sincronización, como la variación en los periodos de duración del implante de P4, no obstante, se ha determinado que 6, 7, 8 o 9 días no hace diferencia para la fertilidad (Baruselli et al., 2018). En la actualidad se llevan a cabo estudios realizados en Argentina de protocolos denominados J-SYNCH, basado en estradiol con una exposición reducida a la progesterona concluyendo en una prolongación del proestro (De La Mata et al., 2018), estos trabajos se están aplicando a la ganadería del sector cárnico y luego se adaptaran al del sector lechero.

Otra variante ha sido la aplicación de PG en el momento de aplicar el implante de P4 (protocolo de tres manejos) o la administración temprana de PG dos días antes del retiro del implante de P4 (protocolo de cuatro manejos), que ha sido eficiente para mejorar la tasa de preñez en comparación a la sola aplicación de PG tradicional, al momento de retirar el dispositivo (Baruselli et al., 2018).

Consecutivamente, han surgido otros protocolos de pre-sincronización (Ver tabla 1) con diferentes adaptaciones y combinaciones de protocolos, intentando mejorar la calidad oocitaria, la sincronización de la onda folicular, la regresión del cuerpo lúteo, la sincronización de la

ovulación, el transporte embrionario y el desarrollo del embrión, llamados protocolos pro-fertilidad según Binelli et al 2014.

**Tabla 3.**

*Protocolos de presincronización en vacas lecheras*

Protocolo	Autor	Características
<b>Pre Synch</b>	(Moreira et al., 2001)	Consiste en la aplicación de dos inyecciones de PGF2 $\alpha$ , con un intervalo de 14 días, 11-12 días antes del comienzo del protocolo Ovsynch. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se aplica una primera inyección de PGF2<math>\alpha</math> al azar, se induce el celo en el 60-70% de las vacas que estén ciclando.</li> <li>• En la práctica, cuando se aplican dos dosis en los 50 días posparto, el 50-60% de las vacas se detectará en celo tras la segunda inyección.</li> </ul>
<b>Double OvSynch</b>	(Souza et al., 2008)	El doble Ovsynch mejora la fertilidad conseguida con el Presynch en primíparas (65,2% frente a 45,2%), pero no en multíparas (37,5 frente a 39,3%). Esto podría deberse a que el doble Ovsynch es efectivo para el tratamiento de vacas anovulatorias, especialmente si son primíparas, y por ello la mejora se observa sólo en ese grupo.
<b>G6G</b>	(Bello et al., 2006)	Tiene un periodo más corto de aplicación que el Presynch y el doble Ovsynch. La tasa de sincronización conseguida con el Ovsynch mejora del 69% al 92%, se tienen pocos datos de fertilidad.

Nota: Elaborado por Cañón, J. 2021

La mayoría de los tratamientos aplicados a las vacas lecheras en América del Sur implican la aplicación de eCG (Gonadotropina Coriónica Equina) en el momento de retirar el dispositivo liberador de progesterona (Bó, 2013). Probablemente, el efecto más importante de eCG es la estimulación del crecimiento del folículo dominante y el consiguiente aumento de la tasa de ovulación (Núñez-Olivera et al., 2014), especialmente en vacas que experimentan anestro posparto y/o condición corporal baja.



Más recientemente, surgen los protocolos de re-sincronización, los cuales buscan disminuir el número de días improductivos a través de un segundo protocolo seguido y una IA en el plazo más corto posible de las vacas que se diagnostiquen vacías, los protocolos inician antes de que se haga el chequeo reproductivo. Primero surgió la resincronización convencional (intervalo entre IA de 40 días), luego la resincronización precoz (intervalo entre IA de 32 días), y finalmente, gracias al uso de la ecografía Doppler, surgió la sincronización superprecoz (intervalo entre IA de 24 días) con el diagnóstico de gestación a los 22 días (Pugliesi et al., 2017).

## **Protocolos de sincronización con PG y GnRH**

### ***1. Ovsynch***

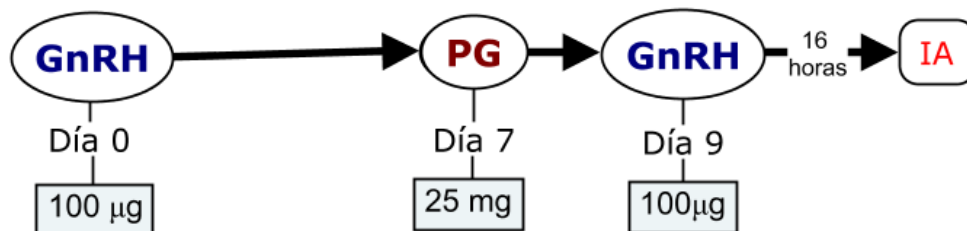
El protocolo OVSYNCH (Figura 7), se basa en el uso de hormonas como la GnRH y PG, en el día 0 que se da inicio al protocolo se aplica una inyección del análogo sintético de la GnRH para inducir la ovulación y luteinización del folículo preovulatorio presente provocando la formación de un cuerpo lúteo, sincronizando el reclutamiento de nuevas oleadas foliculares y originado una nueva onda folicular. Al día 7 se aplica la inyección del análogo sintético de PG para inducir la luteolisis del CL y permitir la formación del nuevo folículo preovulatorio y el día 9 se aplica la segunda dosis de GnRH para inducir la sincronización de la ovulación, realizando la IA a las 16 horas después de esta última inyección (Nowicki et al., 2017). La administración de cada hormona durante el protocolo puede alterar drásticamente el programa.

Una variación de este protocolo es el OVSINCH 56h, que consisten en aplicar la segunda GnRH a las 56 h de la aplicación de la PG y no a las 48 horas como el método tradicional. Permitiendo mayor maduración folicular Como se muestra en la figura 8, dependiendo del momento del ciclo estral en el que se encuentran las vacas, pueden haber bajos resultados en las

tasas de preñez al momento de la primera IA, se recomienda de preferencia comenzar este protocolo entre los 5 a 9 días del ciclo y/ o con diámetros foliculares de 9 mm en adelante (Keskin et al., 2011).

**Figura 7.**

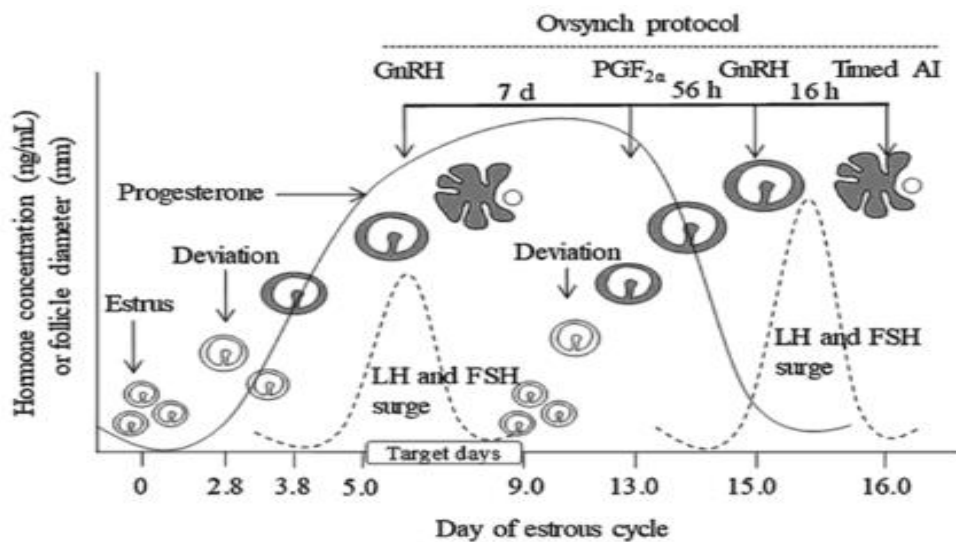
*Protocolo OvSynch*



Nota: (Cañón, J. 2021)

**Figura 8.**

*Diagrama de la dinámica folicular y hormonal durante el ciclo estral de una vaca lechera cuando recibe el protocolo Ovsynch 56.*



Nota: tomado de: (Thatcher & Santos, 2020).

Las tasas de preñez con este protocolo son variables de acuerdo a al estado fisiológico y etario del hato, vacas que no tienen un ciclo estral regular tienen bajas tasas de preñez por lo que este protocolo debe ser utilizado únicamente en vacas cíclicas (Lucy, 2019). En la tabla 4, se describen las ventajas y desventajas que deben ser tenidas en cuenta para el manejo de este programa reproductivo.

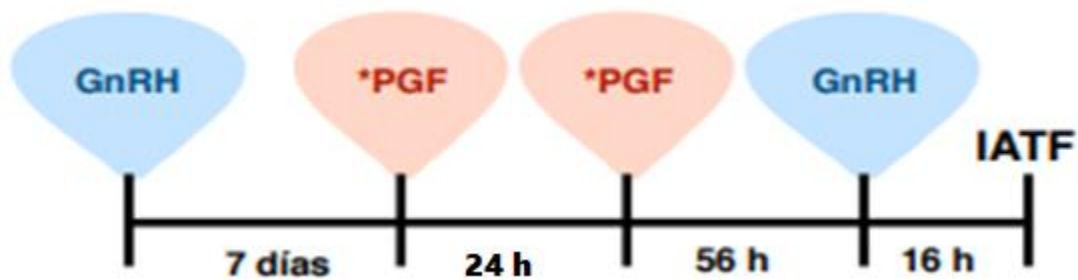
**Tabla 4.**

*Ventajas y desventajas del Protocolo OVSYNCH*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Aplicación posible en todas las vacas.	Diferentes respuestas al manejo hormonal
Reducción de la necesidad de detección de celos y examen ginecológico.	Solo sirve en vacas que tengan un ciclo estral regular (cíclicas).
Acortar los periodos de espera voluntaria	Baja fertilidad en Novillas.
Sincronización del trabajo en rebaño	Aumento en la tasa de adsorción embrionaria
Posibles efectos terapéuticos / curativos	Costo de las hormonas

Nota: (Nowicki et al., 2017).

De acuerdo con el Consejo de Reproducción de Ganado Lechero de estados unidos, la modificación del protocolo clásico de Ovsynch 48 para Ovsynch 56 (Brusveen et al., 2008) junto con la aplicación de doble PG en ambas adaptaciones (figura 9 y 10) debe ser utilizado en aquellas vacas que no tuvieron una luteolisis completa debido a la formación de CL joven después de la primera GnRH que no es sensible a la primera PG, esta variación incrementaría la preñez a la primera inseminación en los protocolos de IATF (Binelli et al., 2019).

**Figura 9.***Protocolo OVSYNCH 48.*Nota: tomado de [www.dcrcouncil.org](http://www.dcrcouncil.org)**Figura 10.***Protocolo OVSYNCH 56.*Nota: tomado de [www.dcrcouncil.org](http://www.dcrcouncil.org)

- Número de inyecciones: mínimo 3, máximo 4 si se aplica doble PG
- Manejos: 4 -5 si se aplica doble PG
- Días de duración del protocolo: 10
- Recomendaciones: Inseminar las vacas que muestren celo durante el protocolo, Se puede utilizar P4 entre la GnRH y la PG (7 días).
- Doble aplicación de PG: se aplica 2 dosis de Prostaglandina una en el día 7 y la otra a las 24 horas después y sin ningún cambio en los tiempos de inyección de la GnRH y la IATF (Carvalho et al., 2015).

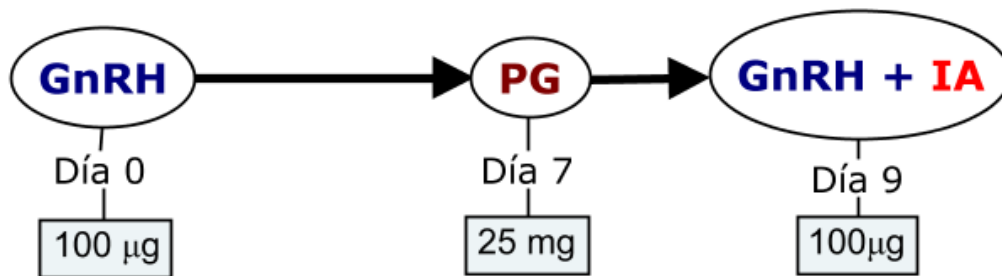
## 2. *Cosynch*

Siguiendo con las modificaciones al protocolo anterior (Geary & Whittier, 1998) han descrito el protocolo inicialmente en vacas de aptitud cárnica COSYNCH (figura 11) se fundamenta en que posiblemente el folículo dominante y ovulatorio se beneficiaría del soporte adicional de gonadotrofinas con más tiempo extra para crecer y desarrollarse inseminando el mismo día de la aplicación de la última dosis de GnRH.

Al día 0 se inicia con una inyección de GnRH para inducir la ovulación y/o la luteinización, desarrollar un CL y una nueva onda folicular. Al día 7 se inyecta PG para realizar la regresión del CL y permitir el desarrollo de un FD, en el día 9 se inyecta GnRH y se realiza la IATF.

### Figura 11.

*Protocolo COSYNCH.*



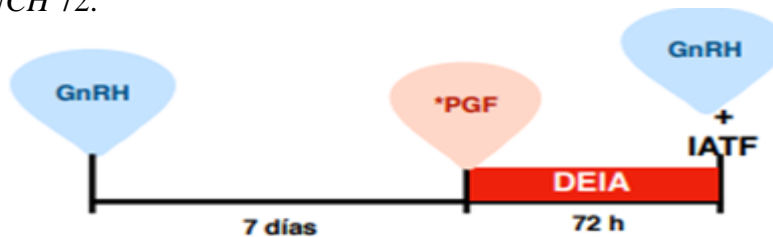
Nota: (Cañón, J. 2021)

La ventaja de este protocolo es de una sesión menos, lo que reduce el número de eventos potencialmente estresantes, tiempos de manejo y costos laborales, la desventaja son las bajas tasas de preñez en vacas primíparas y multíparas del 18 a al 20%

En la actualidad este protocolo de IATF tiene modificaciones como el COSYNCH 72 (figura 12) y el 5d –COSYNCH (figura 13) también se tiene la opción de aplicar una segunda aplicación de PG 24 horas después de la primera PG para mejorar la luteólisis y la fertilidad. La detección del estro e IA (DEIA) indica el periodo cuando se espera que la mayoría de las vacas presenten celo. Este protocolo maneja una duración de proestro de 3 días.

**Figura 12.**

Protocolo *COSYNCH 72*.

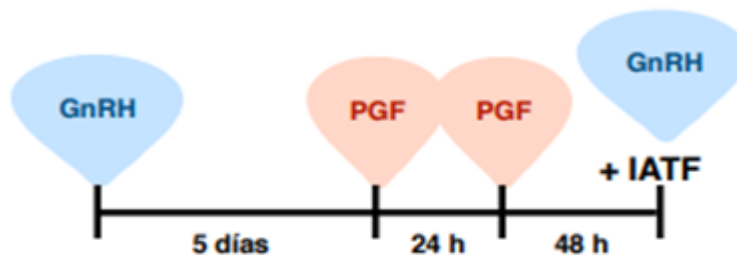


Nota: tomado de [www.dcrcouncil.org](http://www.dcrcouncil.org)

En el protocolo 5-d COSYNCH se debe aplicar obligatoriamente las dos inyecciones de PG, el soporte es tener una menor incidencia de folículos persistentes, un menor período de dominancia folicular y mayor duración del proestro ( Bó, 2013).

**Figura 13.**

Protocolo *5-d COSYNCH*.



Nota: tomado de [www.dcrcouncil.org](http://www.dcrcouncil.org)

- Número de inyecciones: mínimo 4
- Manejos: 4
- Días de duración del protocolo: 9
- Recomendaciones: Inseminar las vacas que muestren celo durante el protocolo, Se puede utilizar P4 entre la GnRH y la PG (7 días).

La eficiencia reproductiva de estos protocolos descritos anteriormente en términos de porcentaje de preñez en la primera inseminación se detalla en la Tabla 5, según diferentes autores en los últimos años:

**Tabla 5.**

*Porcentajes de preñez a la primera IA en diferentes protocolos modificados OvSynch en vacas de la raza Holstein.*

Autor/Año	Protocolo	Categoría	n	% tp	CC	Manejo
(Tippenhauer et al., 2021)	OV48	Primeriza	987	29.8	3.2	Estabulado
	OV48	Múltipara	1287	31.8	3.5	Estabulado
	OV48+ 2PG	Primeriza	989	38.9	3.3	Estabulado
	OV48+2PG	Múltipara	1289	33.4	3.4	Estabulado
(Channa et al., 2020)	OV 48	Múltipara	148	30	3.5	Estabulado
(Hubner et al., 2020)	OV56 +2PG	Primeriza	115	32.5	3.5	Estabulado
	OV56+2PG	Múltipara	95	31	3.3	Estabulado
(Borchardt et al., 2018)	OV56	Primeriza	140	28.5	3	*Mixto
	OV56	Múltipara	145	24.2	2.8	*Mixto
	CoSynch56	Primeriza	145	20	3	*Mixto
	CoSynch 56	Múltipara	162	19.5	2.7	*Mixto
(Crowe et al., 2018)	OV56	Primeriza	155	35,5	3,5	Pastoreo
	OV 48 + 2 PG	Múltipara	234	37,2	3,3	Pastoreo
(Nowicki et al., 2017)	OV56	Primeriza	217	37.3	3.2	*Mixto

	OV56	Múltipara	405	40.2	3.1	*Mixto
(Wiltbank et al., 2015)	OV48 + 2 PG	Primeriza	172	41.1	3.3	Estabulado
	OV56+2PG	Múltipara	201	46.6	3	*Mixto
(Carvalho et al., 2015)	OV-56	Primeriza	106	32.5	3.1	Pastoreo
	OV-56	Múltipara	115	37.6	3	Pastoreo
	OV-56+2PG	Primeriza	95	33	3	Pastoreo
	OV-56+2PG	Múltipara	110	37.8	3.2	Pastoreo

Nota: (Cañón, J. 2021). \*se refiere a la combinación del manejo entre el pastoreo y el estabulado.

La anterior tabla refleja tasas de preñez variadas con los diferentes protocolos, se tienen un promedio del 33% en la sumatoria de todos los porcentajes abordados donde se evaluaron 7312 vacas entre primíparas y múltiparas con una condición corporal en promedio de 3.2. el manejo se refiere a si estas vacas estaban en estabulación, en pastoreo y/o la combinación entre estos dos.

Las ventajas que tienen estos protocolos en base OvSynch es que se pueden trabajar en todas las vacas primíparas y múltiparas que tengan ciclos estrales regulares teniendo tasas de preñez del 30% al 33 % en la primera inseminación y en vacas anestrícas de tipo patológico ayuda como regulador terapéutico y curativo en problemas reproductivos. La desventaja de este protocolo es que no actúa bien en vacas anestrícas presentando bajas tasas de preñez menores de 25% en la primera IA.

### 3. *Suplemento de P4 + GnRH – PG*

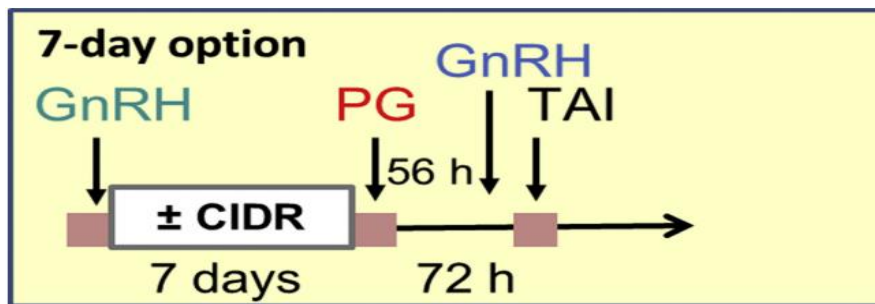
La adición de un suplemento de progesterona por medio del dispositivo intravaginal bovino DIB y/o CIDR a un programada de GnRH – PG aumenta el porcentaje de preñez vacas con estados fisiológicos asociados a baja fertilidad, anovulares y en vacas cíclicas que no tienen



un CL al inicio de un protocolo de IATF (Jeffrey S. Stevenson, 2016). Estos protocolos son prácticos en hatos que no puedan implementar una DE precisa, además es una eficiente y valiosa herramienta para mejorar la preñez en general (Thatcher & Santos, 2020).

**Figura 14.**

*CIDR + OvSynch*

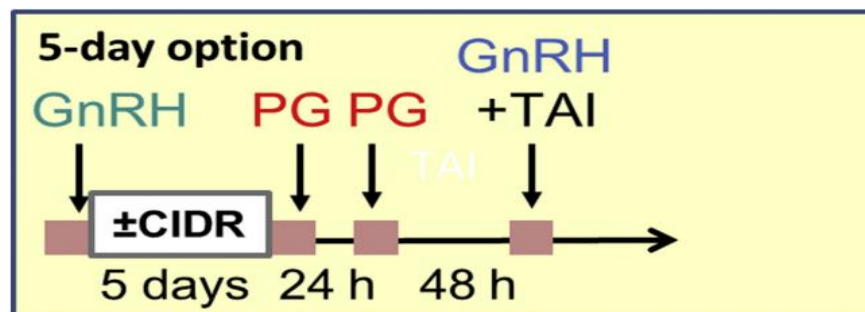


Nota: tomado de (Jeffrey S. Stevenson, 2016).

La duración del dispositivo intravaginal es de 7 días con una sola aplicación de PG al momento del retiro del DIB. El número de inyecciones es de 3, el número de manejos son 4 y los días de duración del protocolo son 9.

**Figura 15.**

*CIDR + CoSynch*



(Jeffrey S. Stevenson, 2016).

La duración del dispositivo intravaginal es de 5 días con doble dosis de PG, una al retirar el DIB y otra 24 horas después. Número de inyecciones: 4, Manejos: 4 y días de duración del protocolo: 8.

En la tabla 6, se aprecia la eficiencia reproductiva de estos protocolos a la primera IA en vacas con anestros fisiológicos y/o patológicos en vacas de la raza Holstein.

**Tabla 6.**

*Eficiencia reproductiva primera IA*

Autor/Año	Protocolo	Categoría	n	% tp	CC	Manejo
(Rojas Canadas et al., 2019)	CIDR + OvSynch	Múltipara	212	45.2	3.1	Pastoreo
(Jeffrey S. Stevenson, 2016)	CIDR + CoSynch 72	Anestrica	711	40.5	2.8	Estabulado
	CIDR+ 5d CoSynch	Múltipara	749	55.2	3.3	Estabulado
(Bisinotto et al., 2015)	CIDR + CoSynch 72	Anestrica	633	38.3	2.7	Pastoreo
(Azevedo et al., 2014)	CIDR+ CoSynch 72	Anestrica	375	39.2	2.7	Estabulado

Nota: (Cañón, J. 2021)

En esta tabla se observa que la utilización de estos protocolos con la suplementación de la P4 se tiene un porcentaje de preñez a la primera inseminación del 43.7 % en 2680 vacas con condición corporal promedio de 2.9 en manejos de pastoreo y estabulado, las vacas son múltiparas y entre ellas se encuentran vacas que presentan anestros fisiológicos y/o patológicos.

Las ventajas que tiene este protocolo es que se pueden inducir todas las vacas como primíparas, múltiparas y/o anestricas presentando buenas tasas de preñez entre el 35% al 45% en

el momento de la primera inseminación. No se ven desventajas en este protocolo de IATF al momento de ejecutarlo porque actúa bien en todos los semovientes según la literatura.

### **Presincronización en los programas de IATF que usan GnRH y PG**

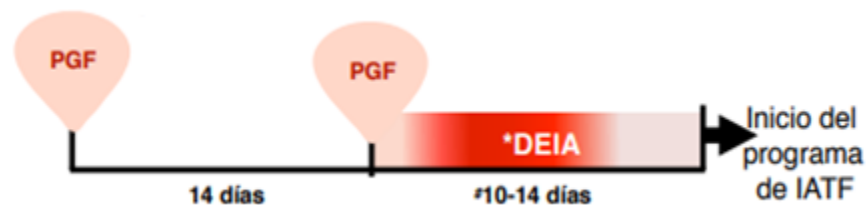
El principal objetivo de la presincronización es preparar las vacas para inducirles una nueva onda folicular para que al inicio la primera GnRH en el protocolo OvSynch den una respuesta optima al inicio de este tratamiento(G.A. Bó et al., 2018). La presincronización en los protocolos OVYSNCH es muy importante porque ayuda a incrementar el porcentaje de preñez en vacas que reciben por primera vez un protocolo de IATF (Lucy, 2019).

#### ***1. Presynch.***

Es una modificación en pre sincronizar las vacas que estén ciclando aleatoriamente con dos dosis de prostaglandina con un intervalo de 14 días antes de iniciar el protocolo OVSYNCH (Fricke et al., 2003).

#### **Figura 16.**

##### *Pre Synch*



Nota: tomado de [www.dcrcouncil.org](http://www.dcrcouncil.org).

Se inicia con una dosis de PG y al día 14 se aplica la otra dosis, se espera un periodo de 10 a 14 días para iniciar el protocolo de IATF que incremente la fertilidad. \* La intensidad del color rojo dentro de la DEIA indica el periodo cuando se espera que la mayoría de las vacas presenten estro (2 a 5 días).

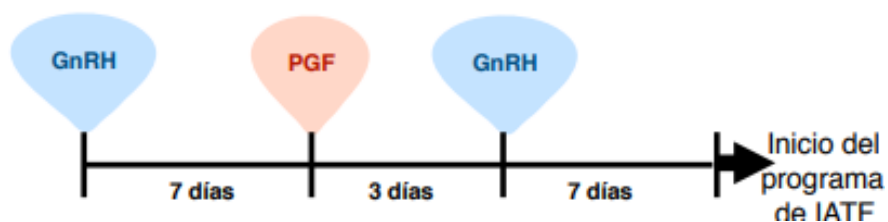
- Número de inyecciones: \* 5
- Manejos: \*7
- Días de duración del protocolo: \*37
- Se incluye el protocolo Ovsynch.

## 2. *Double Ovsynch.*

Los resultados obtenidos por Ayres et al. (2013) mostraron una tasa de preñez aún mayor en comparación con resultados de PRESYNCH, 49.7% vs 41.7% . las dos dosis adicionales de GnRH en DOUBLE OVSYNCH estimuló los ovarios para volver a actividad. Una observación interesante fue que el DOUBLE OVSYNCH tuvo más eficiencia en novillas (65,2%) que en las vacas (37,5%) (Nowicki et al., 2017).

### Figura 17.

#### *Double OvSynch*



Nota: tomado de [www.drcouncil.org](http://www.drcouncil.org)

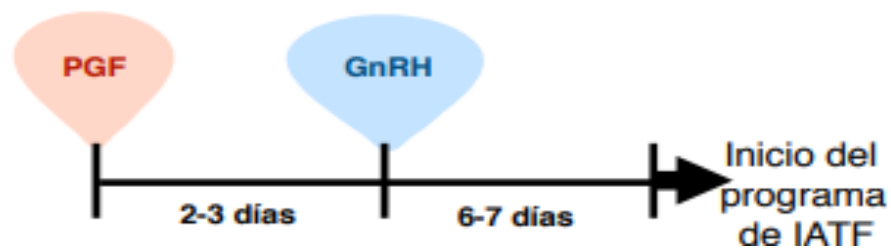
- Como su nombre lo indica se aplican protocolos de OvSynch sin realizar la IA con el fin de obtener un CL funcional y/o accesorio.
- Número de inyecciones: 6
- Manejos: 7
- Días de duración del protocolo: 27

### 3. *G-6-G.*

Este protocolo de presincronización desarrollado por Bello et al., 2006 es muy corto y de fácil manejo cuyo objetivo fue aumentar el porcentaje de animales que responden a la primera inyección de GnRH del protocolo OvSynch incrementando la probabilidad de tener un folículo de tamaño ovulatorio en ese momento.

#### Figura 18.

##### *Protocolo G6G*



Nota: tomado de [www.drcouncil.org](http://www.drcouncil.org)

- Este protocolo se inicia con PG seguido de GnRH, es el protocolo de presincronización más corto a diferencia de los anteriores
- Número de inyecciones: \* 5
- Manejos: \*5
- Días de duración del protocolo: \*15

En la revisión de la literatura citada en la tabla 7. Se puede observar la eficiencia reproductiva en términos de tasa de preñez en la utilización de estos protocolos de presincronización

**Tabla 7.**

*Porcentajes de preñez en la primera IA, utilizando los diferentes protocolos de Presincronización en vacas de la raza Holstein.*

Autor	Protocolo	Categoría	n	% tp	CC	Manejo
(Luchterhand et al., 2019)	Double OV	Primíparas	591	64.5	3.3	*Mixto
	Double OV	Múltiparas	910	42.5	3.1	*Mixtos
(Martins et al., 2017)	PreSynch + OV	Primíparas	130	48.8	3	*Mixto
	PreSynch + OV	Múltiparas	245	49.5	3	*Mixto
(Santos et al., 2017)	Double OV	Primíparas	264	49.2	2.7	Pastoreo
	Double OV	Múltiparas	280	47.6	2.8	Pastoreo
(Jeffrey S. Stevenson, 2016)	PreSynch + OV	Múltiparas	846	46.5	3	Estabulado
(Yousuf et al., 2016)	G6G + OV	Múltiparas	116	51	3	Estabulado
(Astiz & Fargas, 2013)	Double OV	Primíparas	2194	45.8	3.2	Estabulado
	Double OV	Múltiparas	3789	37.7	3	Estabulado
	G6G + OV	Primíparas	250	38.4	3.1	Estabulado
	G6G + OV	Múltiparas	554	38.3	3.3	Estabulado
(Herlihy et al., 2012)	Double OV	Primíparas	391	52.5	3	Estabulado
	Double OV	Múltiparas	446	40.3	2.8	Estabulado
	PreSynch + OV	Primíparas	387	42.3	3	Estabulado
	PreSynch + OV	Múltiparas	463	36	2.7	Estabulado

Nota: (Cañón, J. 2021) \*se refiere a la combinación del manejo entre el pastoreo y el estabulado.

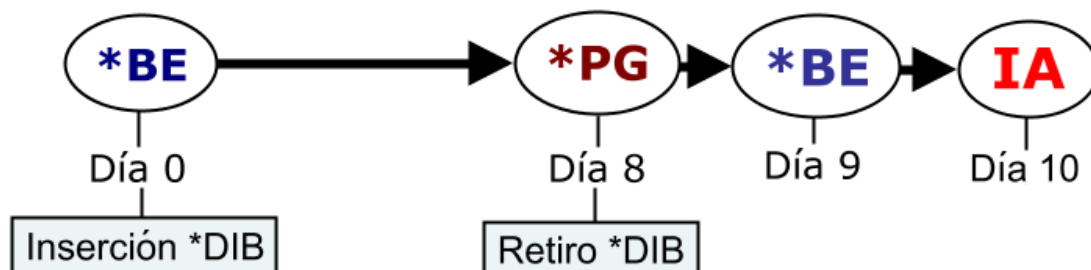
En la tabla anterior se sometieron a IATF con diferentes protocolos de presincronización 11856 vacas entre primíparas y multíparas con promedio de porcentaje en preñez del 46%, condición corporal de 3 con distintos manejos como estabulado, pastoreo y mixto. Estos protocolos son una buena alternativa de presincronización antes de ejecutar un OvSynch por lo tanto tiene una ventaja extra por que son útiles para estimular el desarrollo folicular y la ovulación aumentando el % de vacas anovulares.

La desventaja de estos programas de pre sincronización es el factor tiempo por la duración de los protocolos los cuales se deben cumplir a cabalidad para obtener los resultados deseados, además se tienen más manejos del ganado que incurre en estrés para el ganado y por otro lado se aumentan los costos profesionales.

### **Sincronización con E2 + P4**

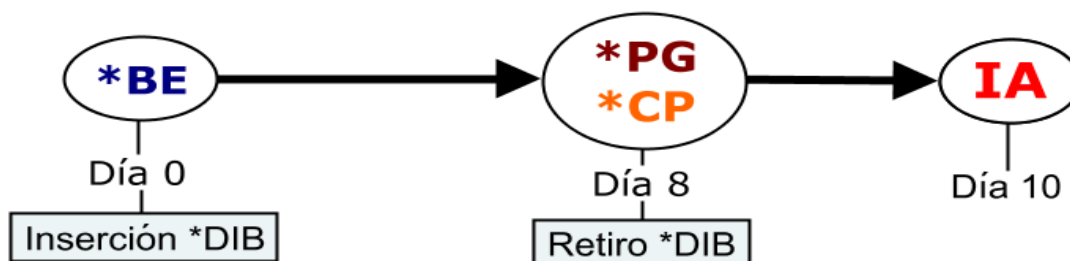
Los protocolos de IATF utilizados en la mayoría de los países latinos, se utiliza los estrógenos y el dispositivo impregnado de progesterona. El protocolo convencional de E2 + P4 (figura 19), utiliza BE el día cero, junto con la inserción de DIB, para iniciar y sincronizar una nueva onda folicular. Al día 8 se aplica PG para lisar el CL presente y bajar las concentraciones de P4 presentes en el DIB, en el día 9 se aplica BE, la mitad de la dosis inicial con para sincronizar la ovulación y al día 10 realizar la IATF a las 36 horas de la última inyección con BE (Bó et al., 2007).

El Número de inyecciones de este protocolo es de 3, número de manejos: 4 y días de duración del protocolo: 10 días.

**Figura 19.***Protocolo convencional de IATF utilizando E2 y P4*

Nota: \*BE primera dosis: 2 mg. \*DIB: 1g de P4, \*PG: 25 mg, \*BE: segunda dosis: 1 mg  
(Cañón J,2021)

El protocolo de la (figura 20) se realiza insertando el DIB junto con BE el día 0, al día 8 se retira el dispositivo y se aplica la PG +CP y se realiza la IA a las 48 después de retirar el dispositivo el CP es un éster que tiene un efecto más prolongado se utiliza como sincronizador de la ovulación realizando un aporte muy importante evitando un día de manejo, el protocolo con CP se ha difundido rápido y es el más utilizado en ganadería de carne y leche en América del Sur (G.A. Bó et al., 2018).

**Figura 20.***Protocolo E2 + P4 + CP*

Nota: \*BE: 2 mg. \*DIB: 1g de P4, \*PG: 25 mg, \*CP: 1 mg, indicado en vacas de alta producción lechera (Cañón J,2021)

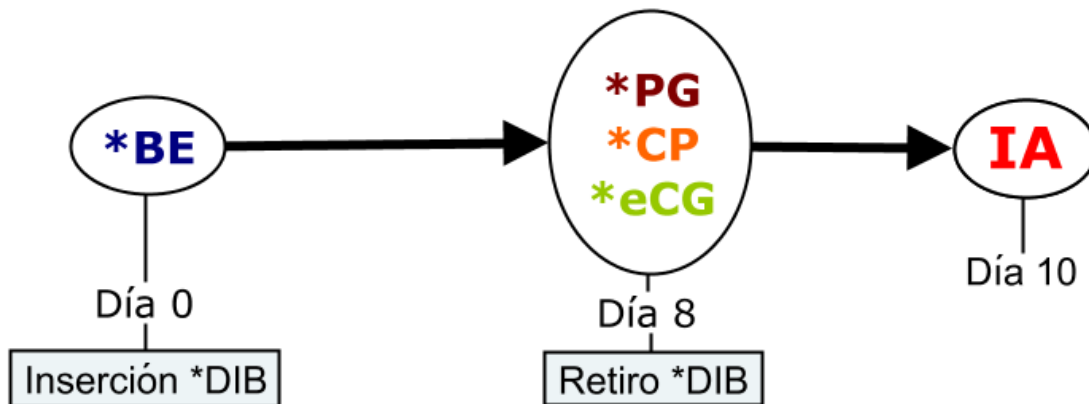


- Número de inyecciones: 3
- Manejos: 3
- Días de duración del protocolo: 10

En el protocolo de la (figura 21), se inicia con la inserción del DIB junto con BE. Al día 8 se aplica PG + CP y eCG este mismo día se retira el DIB y se realiza la IA a las 48 horas después de retirado el dispositivo. La eCG tiene la función de darle madures, incrementar el tamaño del mismo y aumentar las concentraciones periovulatorias de estradiol (P S Baruselli et al., 2013) Este protocolo es muy utilizado en vacas con baja condición corporal y estados anestricos para incrementar el porcentaje de preñez (Ferreira et al., 2013).

**Figura 21.**

*Protocolo E2+ P4+ CP+ eCG.*



Nota: \*BE: 2 mg. \*DIB: 1g de P4, \*PG: 25 mg, \*CP: 1 mg, eCG: 400 UI (Cañón, J. 2021)

Indicado para vacas de que presentan baja condición corporal entre 2.5 a 2.9 y/o Anestro fisiológico (P S Baruselli et al., 2013).

- Número de inyecciones: 4
- Manejos: 3
- Días de duración del protocolo: 10

**Tabla 8.**

*Eficiencia reproductiva en términos de tasas de preñez en protocolos que usan E2 y P4 en vacas de la raza Holstein.*

Autor/Año	Protocolo	Categoría	n	% tp	CC	Manejo
(Bandai et al., 2020)	PG+ BE	Primíparas	32	45.7	3.5	Estabulado
	PG+ BE	Múltiparas	88	56.6	3.3	Estabulado
(Santamaría, 2018)	E2+P4+ eCG	Múltiparas	35	64	3.5	Pastoreo
(Núñez-Olivera et al., 2014)	E2+P4	Anestrica	395	35.2	2.8	Estabulado
	E2+P4 +ECG	Anestrica	522	38.9	2.6	Estabulado
(Ferreira et al., 2013)	E2+P4 + CP	Anestrica	420	43.1	2.7	Pastoreo
	E2+P4+ eCG	Anestrica	432	48.9	2.7	Pastoreo
(P S Baruselli et al., 2013)	E2+P4+CP	Múltiparas	302	34.5	3	Pastoreo
	E2+P4 + CP+eCG	Anestrica	78	38.2	2.3	Pastoreo
	E2+P4+ CP	Múltiparas	158	35.7	3	Pastoreo
	E2+P4+CP+eCG	Múltiparas	102	38.8	2.9	Pastoreo

Nota: (Cañón, J. 2021).

En la tabla 8 se observa distintos protocolos que utilizan E2 y P4, se evaluaron 2563 vacas con estos tratamientos dando un porcentaje de preñez del 44% en promedio con una CC de 3 en el momento de realizar la IATF, en cuanto al manejo fueron en estabulación y en pastoreo.

Estos protocolos tienen grandes ventajas, se pueden trabajar todas las vacas como primíparas, múltiparas y anestricas. Para las primíparas y múltiparas actúan bien los protocolos

sin la adición de la hormona eCG con tasas de preñez del 35% al 45% en la primera IA. En vacas anestricas actúa muy bien la eCG porque se tienen buenos porcentajes de preñez entre el 30% - 40% al momento de la IA siendo una de las principales ventajas en el tiempo de trabajarlas.

Las desventajas que ha descrito la literatura es el uso de dispositivos de dos o tres usos que causa vaginitis en las vacas porque se utilizan en diferentes semovientes, que lo recomendable es utilizar uno por vaca.

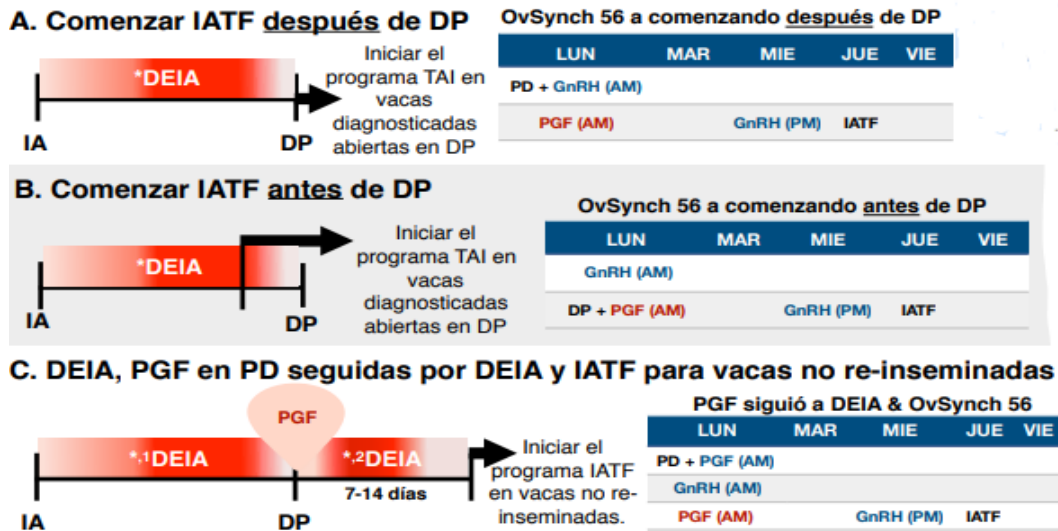
### **Protocolos de Resincronización**

La resincronización (Re Synch) de la IATF se realiza en vacas diagnosticadas no preñadas en la primera IA. Un desafío importante después de la primera inseminación es la resincronización de las vacas que no logran concebir o que experimentan pérdidas de preñez temprana y necesitan ser reprogramadas, estos programas de resincronización del estro y la ovulación consisten en determinar cuáles son las vacas que no quedaron preñadas a la primera IA en los protocolos de pre y sincronización, para que prontamente puedan ser inducidas a recibir otra IA lo más pronto posible y evitar que sigan aumentando los días abiertos (Thatcher & Santos, 2020).

Con la utilización de la ultrasonografía en modo B, la ecografía Doppler y el seguimiento de las proteínas asociadas a la preñez (PAG's) se puede determinar si a los 30 días después de la IA hay un concepto viable. De lo contrario se prosigue con la Resincronización. La ecografía doppler es una de las tecnologías que tienen un auge importante porque se están trabajando protocolos de resincronización súper precoz a los 14 días después de la IATF (P. S. Baruselli et al., 2015). En la (figura 22), se describe el manejo básico de la resincronización de las vacas lactantes no preñadas después del primer servicio con o sin el uso de la detención del estro.

Figura 22.

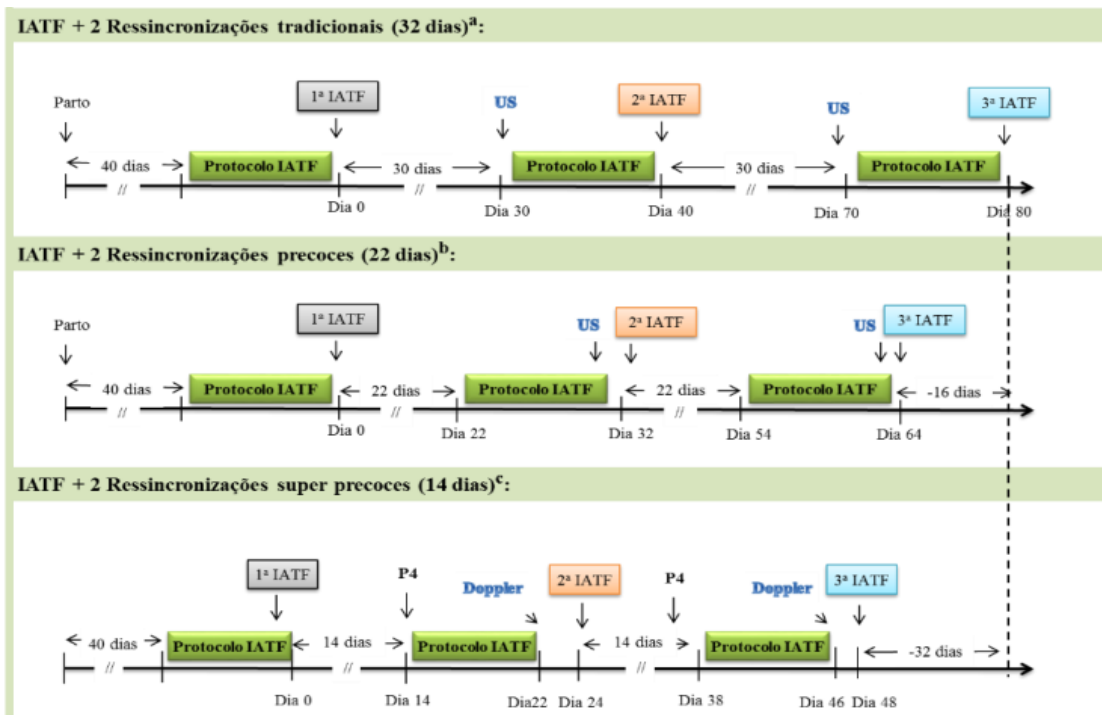
Métodos de resincronización, Utilizando GnRH-PG,



Nota: tomado de [www.drcouncil.org](http://www.drcouncil.org)

Figura 23.

Métodos de resincronización, Utilizando E2+P4



Nota: (Simposio & Reproduccion, 2017).

Las ventajas que se tiene en la resincronización es el aprovechamiento del tiempo para volver a cubrir las vacas que no dieron respuesta al primer tratamiento y reduciendo los días abiertos, por otro lado, se aumenta los porcentajes de preñez en los hatos al sumar las preñeces de la primera IA + la Resincronización.

**Tabla 9.**

*Eficiencia reproductiva en los métodos de resincronización actualmente utilizados en vacas de producción lechera.*

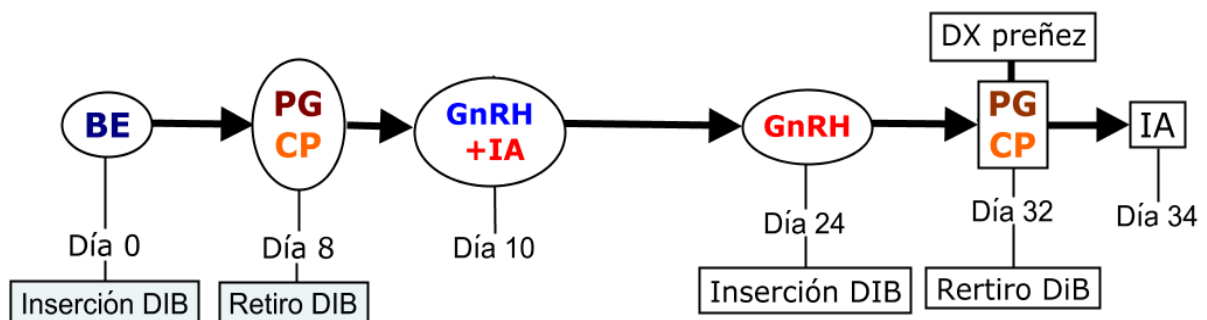
Autor/Año	Re Synch	Categoría	n	% tp	CC	Manejo
(Fernandes et al., 2021)	E2+P4	Multíparas	407	32.4	3.3	Pastoreo
	E2+P4	Multíparas	382	35	3	Pastoreo
(Consentini et al., 2021)	E2+P4	Multíparas	232	37.1	3.3	Pastoreo
	E2+P4 + eCG	Multíparas	205	38.2	3.2	pastoreo
	OvSynch	Multíparas	216	33.5	3	Pastoreo
(Thatcher & Santos, 2020)	Double OV	Multíparas	420	38.7	3	Estabulado
	OvSynch	Multíparas	326	30,1	3	Estabulado
(Binelli et al., 2019)	DIB + CoSynch	Multíparas	345	33.2	3.2	Estabulado
	DIB + OvSynch	Multíparas	213	34	3.3	Estabulado
(Baruselli et al., 2019)	E2+P4	Multíparas	457	35.6	3	Pastoreo
	E2 +P4+ eCG	Multíparas	389	38.9	3	Pastoreo
(Carvalho et al., 2018)	Double OV	Multíparas	296	39	3.2	Estabulado
	OvSynch	Multíparas	302	30	3.1	Estabulado

En la tabla se observa que se utilizaron diferentes métodos de resincronización utilizando GnRH/ PG y E2/P4, el promedio del porcentaje de preñez es del 35% evaluado en 4190 vacas lecheras la CC de estos semovientes es de 3.1 en promedio con diferentes manejos como el pastoreo y el estabulado.

Siguiendo los estudios encontrados y la experiencia en campo se ha logrado determinar en este trabajo un protocolo (figura 24) que combine sincronización - resincronización adaptado a las condiciones de la lechería especializada en el trópico alto.

**Figura 24.**

*El protocolo de IATF de sincronización y resincronización sugerido.*



Nota: (Cañón, J. 2021).

En el día 0 se aplica BE junto con la inserción del DIB preferiblemente de con 1 g de P4. Al día 8 se retira el DIB y se aplica PG + CP y el día 10 se realiza la IA + GnRH, pasados 14 días (día 24) se vuelve a introducir el DIB + GnRH al día 32 se realiza el diagnóstico de preñez por ultrasonografía si hay una preñez positiva se da por terminado el protocolo o de lo contrario se sigue re sincronizando con PG + CP y se vuelve a inseminar, después se realiza detección del estro y si lo hay se da una tercera IA. En este protocolo se reutiliza el DIB en una sola vaca aprovechando al máximo este dispositivo con la ventaja que no hay necesidad de ponerlo en otras evitando posibles infecciones y vaginitis por el uso en diferentes vacas.

**Costos de los protocolos de IATF.**

En esta parte solo se evaluarán los costos de las hormonas utilizadas en cada tratamiento o protocolo estándar establecido como es el OvSynch y sus modificaciones junto con los protocolos con E2/P4. No se estima el costo de la dosis del semen, los costos de manejo, los costos del profesional y los costos de pre y resincronización esto se deja a criterio del técnico o el profesional de campo. En las siguientes tablas se describe el valor de las hormonas de diferentes laboratorios utilizados en Colombia con datos del 2021.

**Tabla 10**

*Valor de las hormonas de la GnRH sintética.*

<b>GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotrofinas)</b>							
Nombre	Lab	Ingrediente Activo / [ ]	ml	Precio	Dosis/ml	Valor/ml	Valor/dosis
<b>Maxpren</b>	Chalver	Acetato de Buserelina [0.0042mg/ml]	50	\$ 71,000	2.5	\$ 1,420	<b>\$ 3,550</b>
<b>Fertagyl</b>	MSD	Gonadorelina [0.1mg/ml]	50	\$ 209,000	2.5	\$ 4,180	<b>\$ 10,450</b>
<b>Gestar</b>	Over	Acetato de Buserelina [0.0042mg/ml]	50	\$ 67,200	2.5	\$ 1,344	<b>\$ 3,360</b>
<b>Gestar</b>	Over	Acetato de Buserelina [0.0042mg/ml]	100	\$ 115,800	2.5	\$ 1,158	<b>\$ 2,895</b>
<b>Sincroforte</b>	Ourofino	Acetato de Buserelina [0.042mg/10ml]	20	\$ 63,000	2.5	\$ 3,150	<b>\$ 7,875</b>
<b>Preceptal</b>	Vicar	Acetato de buserelina [0.0042 mg/ml]	50	\$ 51,500	2.5	\$ 1,030	<b>\$ 2,575</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

El costo de las hormonas de la GnRH de diferentes marcas, el costo menor lo tiene el laboratorio Vicar y el costo mayor lo presenta el laboratorio MSD. en promedio el valor de la dosis de GnRH para un protocolo de IATF es de \$ 5.118 pesos m/c. En la tabla 11 se observan el costo de las hormonas de la PG, el mayor precio por dosis lo tiene el laboratorio Ourofino y el menor el laboratorio Over. El promedio del costo de la dosis para un protocolo de IATF es de \$ 6.534 pesos m/c.

**Tabla 11**

*Valor de las Hormonas de la PG sintética.*

<b>PG ( Prostaglandina F2alfa )</b>							
Nombre	Lab	Ingrediente Activo/ [ ]	ml	Precio	Dosis/ml	Valor/ml	Valor/dosis
<b>Sincromic</b>	Microsules	D (+) cloprostenol [0.075 mg/ml]	20	\$ 75,500	2	\$ 3,775	<b>\$ 7,550</b>
<b>Dextrogenol</b>	Von Franken	D (+) cloprostenol [7.5 mg/100ml]	20	\$ 72,500	2	\$ 3,625	<b>\$ 7,250</b>
<b>Zincrocel</b>	Chalver	D (+) cloprostenol [0.075 mg/ml]	50	\$ 115,000	2	\$ 2,300	<b>\$ 4,600</b>
<b>Prostal</b>	Over	D (+) cloprostenol [0.0075 g/100 ml]	50	\$ 97,000	2	\$ 1,940	<b>\$ 3,880</b>
<b>Prostal</b>	Over	D (+) cloprostenol [0.0075 g/100 ml]	20	\$ 59,700	2	\$ 2,985	<b>\$ 5,970</b>
<b>Sincrocio</b>	Ourofino	Cloprostenol sódico [26.30 mg/100 ml]	50	\$ 180,000	2	\$ 3,600	<b>\$ 7,200</b>
<b>Sincrocio</b>	Ourofino	Cloprostenol sódico [26.30 mg/100 ml]	20	\$ 80,600	2	\$ 4,030	<b>\$ 8,060</b>



<b>Estrumate</b>	MSD	Cloprostenol sódico [263 mcg/ml]	20	\$ 65,000	2	\$ 3,250	<b>\$ 6,500</b>
<b>Estrumate</b>	MSD	Cloprostenol sódico [263 mcg/ml]	50	\$ 195,000	2	\$ 3,900	<b>\$ 7,800</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

En la tabla 12 se ven los costos de los DIB en el mercado actual, el costo menor lo tiene el laboratorio Zoetis y el mayor costo lo tiene el laboratorio Ourofino. En promedio un DIB está costando \$24.650 pesos.

**Tabla 12**

*Costo de los DIB impregnados con P4 sintética.*

<b>P4 - DIB (Dispositivo Intravaginal Bovino)</b>							
Nombre	Lab	Ingrediente Activo [ ]	Unidad	Precio	usos	Valor	Valor/uso
<b>Dispocel</b>	Von Franken	Progesterona [1.2 g]	10	\$ 226,700	2	\$ 22,670	<b>\$ 22,670</b>
<b>Sincrogest</b>	Ourofino	Progesterona [1 g]	10	\$ 320,000	2	\$ 32,000	<b>\$ 32,000</b>
<b>Biprogest</b>	Bimeda	Progesterona [1.25 g]	10	\$ 228,200	2	\$ 22,820	<b>\$ 22,820</b>
<b>Crestar</b>	MSD	Progesterona [1.3 g]	10	\$ 233,800	2	\$ 23,380	<b>\$ 23,380</b>
<b>DIB</b>	Zoetis	Progesterona [1 g]	10	\$ 223,800	2	\$ 22,380	<b>\$ 22,380</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

En la tabla 13 indica los costos del BE, siendo el más económico el laboratorio Zoo y el que mayor costo tiene es el laboratorio Ourofino. El valor promedio de la dosis para un protocolo de IATF es de \$ 1.117 pesos m/c.

**Tabla 13**

*Costo del Benzoato de Estradiol sintético*

<b>BE (Benzoato de Estradiol)</b>							
Nombre	Lab	Ingrediente Activo [ ]	ml	Precio	Dosis/ml	Valor/ml	Valor/dosis
<b>Benzoato de estradiol</b>	Von Franken	Benzoato [1 mg/ml]	100	\$ 67,900	2	\$ 679	<b>\$ 1,358</b>
<b>Sincrodiol</b>	Ourofino	Benzoato [1 mg/ml]	50	\$ 45,900	2	\$ 918	<b>\$ 1,836</b>
<b>Tradiovet</b>	Chalver	Benzoato [1 mg/ml]	100	\$ 42,500	2	\$ 425	<b>\$ 850</b>
<b>Estro-zoo</b>	Zoo	Benzoato [2.5 ml]	20	\$ 22,500	0.8	\$ 1,125	<b>\$ 900</b>
<b>Estro-zoo</b>	Zoo	Benzoato [2.5 ml]	100	\$ 52,000	0.8	\$ 520	<b>\$ 416</b>
<b>Bioestrogen</b>	Virbac	Benzoato [ 1 mg/ml]	100	\$ 67,200	2	\$ 672	<b>\$ 1,344</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

En la tabla 14 se observan los costos del BE, el valor de la dosis mas cara la tiene el laboratorio Ourofino y la dosis mas barata la tiene el laboratorio Von Franke. El promedio de l valor de la dosis para un protocolo de IAFT es de \$ 1.281 pesos m/c.

**Tabla 14***Costo de Cipionato de Estradiol sintético.*

<b>CP (Cipionato de Estradiol)</b>							
Nombre	Lab	Ingrediente Activo [ ]	ml	Precio	Dosis/ml	Valor/ml	Valor/dosis
<b>Sincro CP</b>	Ourofino	Cipionato [ 1 mg/ml ]	50	\$ 69,500	1	\$ 1,390	<b>\$ 1,390</b>
<b>Cipionato de Estradiol</b>	Von Franken	Cipionato [ 0.5 mg/ml ]	100	\$ 85,500	1	\$ 855	<b>\$ 855</b>
<b>Cipiosyn</b>	Zoetis	Cipionato [ 0.5 mg/ml ]	50	\$ 79,900	1	\$ 1,598	<b>\$ 1,598</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

En la tabla 15 indica el valor de la dosis de eCG, el mayor costo lo tiene el laboratorio Zoetis y el menor el laboratorio Virbac. El promedio del costo de la dosis por vaca es de \$ 12.284 pesos m/c.

**Tabla 15***Costo de la Gonadotropina Coriónica Equina .*

<b>eCG (Gonadotropina Coriónica Equina)</b>							
Nombre	Lab	Ingrediente Activo [ ]	ml	Precio	Dosis/ml	Valor/ml	Valor/dosis
<b>Sincro eCG</b>	Ourofino	eCG (PMSG) [6000 UI]	30	\$ 188,000	2	\$ 6,267	<b>\$ 12,533</b>
<b>Ecegon</b>	Virbac	eCG (PMSG) [5000 UI]	25	\$ 134,000	2	\$ 5,360	<b>\$ 10,720</b>
<b>Novormon</b>	Zoetis	eCG (PMSG) [5000 UI]	25	\$ 170,000	2	\$ 6,800	<b>\$ 13,600</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

A continuación, se describen los valores encontrados para el año 2021, de los protocolos de sincronización de IATF que usan GnRH – PG y Suplemento de P4.

**Tabla 16**

Valor x vaca del protocolo OvSynch y CoSynch

<b>OvSynch/CoSynch</b>				
GnRH	2	\$	5,118	\$ 10,235
PG	1	\$	6,534	\$ 6,534
				<b>\$ 16,769</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

**Tabla 17**

Valor x vaca del protocolo OvSynch/ CoSynch con doble PG y el 5 d CoSynch

<b>OvSynch/CoSynch + 2PG/5 d CoSynch</b>				
GnRH	2	\$	5,118	\$ 10,235
PG	2	\$	6,534	\$ 13,069
				<b>\$ 23,304</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

**Tabla 18**

Valor del Protocolo x vaca del OvSynch con P4

<b>Suplemento P4/7 d</b>				
GnRH	2	\$	5,118	\$ 10,235
PG	1	\$	6,534	\$ 6,534.44
DIB	1	\$	24,650	\$ 24,650
				<b>\$ 41,419</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

**Tabla 19**

Valor del protocolo x vaca del OvSynch 5 d con 2PG y P4

<b>Suplemento P4/5 d</b>				
GnRH	2	\$	5,118	\$ 10,235
PG	2	\$	6,534	\$ 13,069
DIB	1	\$	24,650	\$ 24,650
				<b>\$ 47,954</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

Las siguientes tablas muestran el costo actual (2021) de los protocolos por vaca que utilizan E2+P4 y eCG

### Tabla 20

Valor del protocolo Convencional E2+P4 x vaca

<b>Convencional E2/P4</b>				
BE	1	\$	1,117	\$ 1,117.33
BE	0.5	\$	1,117	\$ 558.67
PG	1	\$	6,534	\$ 6,534.44
DIB	1	\$	24,650	\$ 24,650
				<b>\$ 32,860</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

### Tabla 21

Valor del protocolo E2+P4+CP x vaca

<b>Protocolo con CP</b>				
BE	1	\$	1,117	
PG	1	\$	6,534	
CP	1	\$	1,281	
DIB	1	\$	24,650	
				<b>\$ 33,583</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

### Tabla 22

Valor del protocolo E2+P4+ CP+ eCG x vaca

<b>Protocolo con eCG</b>			
BE	1	\$	1,117
PG	1	\$	6,534
CP	1	\$	1,281
eCG	400UI	\$	12,284
DIB	1	\$	24,650
			<b>\$ 45,867</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

### Tabla 23

Valor del protocolo comercial OUROFINO.

<b>Protocolo OUROFINO</b>			
BE	1	\$	1,836
PG	1	\$	8,060
CP	1	\$	1,390
DIB	1	\$	32,000
			<b>\$ 43,286</b>
eCG	400 UI	\$	12,533
			<b>\$ 55,819</b>

Nota: (Cañón, J. 2021).

En este protocolo comercial se disminuye de precio cuando se utiliza el DIB dos veces en diferente semoviente. Bajando el costo a **\$ 39. 819** pesos m/c.

Según la revisión de literatura y el análisis de costo beneficio, el protocolo sugerido para utilizar en vacas de lechería, con base a diferentes laboratorios que tienen los menores precios del

mercado actual se observa en la tabla 24, en este protocolo se incluye el costo del valor hormonal de la resincronización.

**Tabla 24**

Costo del protocolo recomendado en este trabajo.

Protocolo Sugerido	
BE	\$ 900
DIB	\$ 22,380
PG	\$ 4,600
CP	\$ 855
GnRH	\$ 3,550
	<b>\$ 32,285</b>
GnRH	\$ 3,550
PG	\$ 4,600
CP	\$ 855
	<b>\$ 9,005</b>
costo x vaca	<b>\$ 41,290</b>

Los costos de los tratamientos de IATF son variables dependiendo del protocolo a usar, los protocolos de sincronización que usan GnRH – PG son más baratos a diferencia de los que se utiliza un suplemento de P4 en el mercado actual. Al comparar el costo beneficio de la implementación de esta técnica en una finca se obtienen resultados positivos como es disminuir los días abiertos que están sobre los \$20.000 pesos/día. en el momento de calcular los costos x días abiertos que genera una vaca vacía, resulta viable realizar una IATF en vez de esperar a que la vaca a que presente estro y sea inseminada, requiriendo de personal que tenga experiencia en la

detección del celo. Los beneficios y la rentabilidad económica del hato lechero se asocian positivamente a un buen manejo reproductivo, aumentando la producción de reemplazos, ingresos de leche, también se incrementa la presión de mejora genética y se crea flexibilidad sobre las decisiones en descarte de vacas.



### Conclusiones

- La baja eficiencia reproductiva en vacas de lechería especializada puede mejorarse con la aplicación de las biotecnologías reproductivas como la IATF, con un programa apropiado de sincronización - resincronización acorde al análisis técnico reproductivo de cada vaca, prescindiendo de la necesidad de toros en el predio y mejorando la genética de la empresa ganadera.
- De acuerdo con la información recopilada, los programas de reproducción con protocolos de sincronización son más eficientes que los programas a celo detectado, adicionalmente, aquellos con el uso de progesterona generaron mejores resultados siendo el más adaptado para las condiciones del trópico alto el E2 +P4+CP+GnRH con 3 manejos.
- La eficiencia reproductiva en términos de tasas de preñez se encuentra en torno del 45% para ganadería bovina de lechería especializada usando inseminación artificial a tiempo fijo de los diferentes protocolos en la primera IA.
- Los costos de protocolo por vaca donde se utiliza P4 oscilan entre los \$35.000 a \$55.000 pesos en el mercado nacional dependiendo del uso de la hormona eCG, el Protocolo Ovsynch y sus adaptaciones son los más económicos oscilan entre \$20.000 a \$25.000 pesos. La hormona eCG es la más costosa del mercado actual.

- El costo beneficio de los programas de sincronización resultan ser viables a diferencia de la detección tradicional del estro, al recortar los días abiertos e incrementando la producción y mejorando la reproducción en las vacas de la lechería especializada.
- Los programas de inseminación artificial a término fijo en vacas lecheras se pueden manejar en tres fases presincronización, sincronización y resincronización al combinar estas se puede aumentar las tasas de preñez hasta en 80 % en 95 días.
- El protocolo OvSynch es altamente efectivo si se utiliza en vacas con CL funcional y/o vacas cíclicas y adicionalmente aplicando doble dosis de PG. Las aplicaciones con dos dosis de prostaglandina en vacas lecheras aumentan la posibilidad de una luteolisis completa y eficaz.
- Hay una gran difusión y uso de la IATF en Colombia y en el mundo, asimismo, está incrementando las alternativas de su aplicación para mejorar la eficiencia reproductiva como lo son los programas de resincronización que acortan el tiempo entre servicios y mejorando el porcentaje de hembras gestantes.

### Recomendaciones

El uso de las biotecnologías reproductivas está creciendo rápidamente, principalmente, el uso de la IATF lo cual genera oportunidades para los profesionales de las ciencias pecuarias que se inserten en este mercado. Lo principal es capacitarse para garantizar eficiencia técnica y económica en la aplicación de programas reproductivos.

Se requiere de proyectos que favorezcan a los pequeños y medianos productores para la aplicación de biotecnologías reproductivas en la especie bovina, junto con la asistencia técnica especializada en reproducción animal, ya que estos productores no cuentan con la infraestructura, equipos y recursos en general para cambiar los métodos tradicionales de reproducción que es la monta natural.

Socializar este trabajo para que los productores conozcan las ventajas de la aplicación de IATF, y sepan a través de esta información científica recopilada como mejorar la eficiencia reproductiva aplicando adecuadamente los programas de IATF.

Los programas de IATF son eficientes siempre y cuando se apliquen de una manera responsable por lo tanto el profesional de campo debe tener amplio conocimiento en la anatomía y fisiología reproductiva de las vacas para poder ejecutar un buen protocolo, pero se deben tener en cuenta los siguientes aspectos como:

- **Nutrición:** A todos los semovientes que se deseen vincular a un protocolo de IATF se les debe evaluar la condición corporal (CC) y ajustar el plan de alimentación si es conveniente. Desde la experiencia aplicada en trabajos en campo se recomienda el uso de complementos a base de vitaminas y minerales inyectables 15 días antes del inicio del protocolo para activar y estimular la respuesta ovárica.

- Sanidad: la parte sanitaria es la que menos se toma en cuenta al momento de realizar una IATF, es recomendable indagar sobre la sanidad reproductiva en el hato y si se puede realizar un perfil reproductivo para descartar posibles enfermedades que afecten la fertilidad, el chequeo reproductivo es relevante para seleccionar las vacas que presente algún tipo de anormalidad uterina como metritis y actuar con anticipación ante estas infecciones que son muy comunes en la lechería especializada.
- Manejo: se recomienda tratar los animales con el mínimo de estrés en el momento del encierro y más en la inseminación, aplicar las inyecciones de los hormonales correctamente y a las horas fijadas este es un error muy común el cual no se le presta mucha atención, pero es vital en la IATF. manejar un protocolo de asepsia como limpieza y desinfección de las vulvas y dispositivos. entre más ordenado y limpio el manejo se facilita.
- Técnica: la técnica de inseminación es de vital importancia porque se debe asegurar una buena siembra del semen en el punto blanco del útero. Actualmente hay técnicas que se utilizan como la IA profunda donde se deja el semen en el cuerno ipsilateral donde va ocurrir la ovulación, desde la experiencia en campo esta técnica la realizo con lotes pequeños no más de 20 vacas y ha dado excelentes resultados de preñez.

Finalmente, es recomendable tener un equipo de ultrasonografía de preferencia portable, con este equipo se tiene la certeza de hacer diagnósticos precisos y disminuir errores que a la palpación son difíciles de detectar.

### Referencias

- Astiz, S., & Fargas, O. (2013). Pregnancy per AI differences between primiparous and multiparous high-yield dairy cows after using Double Ovsynch or G6G synchronization protocols. *Theriogenology*, *79*(7), 1065–1070. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.01.026>
- Ayres, H., Ferreira, R. M., Cunha, A. P., Araújo, R. R., & Wiltbank, M. C. (2013). Double-Ovsynch in high-producing dairy cows: Effects on progesterone concentrations and ovulation to GnRH treatments. *Theriogenology*, *79*(1), 159–164. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.001>
- Azevedo, C., Maia, I., Canada, N., & Simões, J. (2014). Comparison of fertility, regular returns-to-estrus, and calving interval between Ovsynch and CO-synch + CIDR protocols in dairy cows. *Theriogenology*, *82*(6), 910–914. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2014.07.006>
- Bandai, K., Kusaka, H., Miura, H., Kikuchi, M., & Sakaguchi, M. (2020). A simple and practical short-term timed artificial insemination protocol using estradiol benzoate with prostaglandin F2 $\alpha$  in lactating dairy cows. *Theriogenology*, *141*, 197–201. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.09.024>
- Baruselli, P. S., Marques, M. O., Vieira, L. M., Konrad, J. L., & Crudeli, G. A. (2015). Aplicación de biotecnologías para una mayor producción de terneros. *Revista Veterinaria*, *26*(2), 154–159. <https://doi.org/10.30972/vet.262231>
- Baruselli, P. S., Sales, J., Crepaldi, G., Marques, M., Ferreira, R., de Sá, F., & Viera, L. (2013). Uso de la eCG asociada al control de la dinámica folicular: IATF, TETF y SPO. *Rev. Taurus*, *16*(62), 32–34.
- Baruselli, P. S., Ferreira, R. M., Colli, M. H. A., Elliff, F. M., Sá Filho, M. F., Vieira, L., & de Freitas, B. G. (2018). Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction (AR)*, *14*(3), 558–571.
- Baruselli, Pietro Sampaio, Catussi, B. L. C., de Abreu, L. ângelo, Elliff, F. M., da Silva, L. G., & Batista, E. de O. S. (2019). Challenges to increase the AI and ET markets in Brazil. *Animal Reproduction*, *16*(3), 364–375. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2019-0050>
- Bello, N. M., Steibel, J. P., & Pursley, J. R. (2006). Optimizing ovulation to first GnRH improved outcomes to each hormonal injection of ovsynch in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *89*(9), 3413–3424. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72378-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72378-5)
- Bicalho, R. C. (2013). *Manejo Reproductivo De La Vaca Post Parto*.
- Binelli, M., Sartori, R., Vasconcelos, J. L. M., Monteiro, P. L. J., Pereira, M. H. C., & Ramos, R. S. (2019). Evolution in fixed-time: from synchronization of ovulation to improved fertility. *Bioscientifica Proceedings*, *October*, 1–15. <https://doi.org/10.1530/biosciproc.8.034>

- Bisinotto, R. S., Lean, I. J., Thatcher, W. W., & Santos, J. E. P. (2015). Meta-analysis of progesterone supplementation during timed artificial insemination programs in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *98*(4), 2472–2487. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8954>
- Bó, G. A., Cutaia, L., Peres, L. C., Pincinato, D., Maraña, D., & Baruselli, P. S. (2007). Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Society of Reproduction and Fertility Supplement*, *64*(February), 223–236. <https://doi.org/10.5661/rdr-vi-223>
- Borchardt, S., Schüller, L., Wolf, L., Wesenauer, C., & Heuwieser, W. (2018). Comparison of pregnancy outcomes using either an Ovsynch or a Cosynch protocol for the first timed AI with liquid or frozen semen in lactating dairy cows. *Theriogenology*, *107*, 21–26. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2017.10.026>
- Borman, J. M., Radcliff, R. P., McCormack, B. L., Kojima, F. N., Patterson, D. J., Macmillan, K. L., & Lucy, M. C. (2003). Synchronisation of oestrus in dairy cows using hormone , and oestradiol cypionate. *76*, 163–176.
- Britt, J. H., Scott, R. G., Armstrong, J. D., & Whitacre, M. D. (1986). Determinants of Estrous Behavior in Lactating Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, *69*(8), 2195–2202. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80653-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80653-1)
- Brusveen, D. J., Cunha, A. P., Silva, C. D., Cunha, P. M., Sterry, R. A., Silva, E. P. B., Guenther, J. N., & Wiltbank, M. C. (2008). Altering the time of the second gonadotropin-releasing hormone injection and Artificial Insemination (AI) during ovsynch affects pregnancies per AI in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *91*(3), 1044–1052. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0409>
- Cardoso Consentini, C. E., Wiltbank, M. C., & Sartori, R. (2021a). Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. In *Animals* (Vol. 11, Issue 2, pp. 1–30). <https://doi.org/10.3390/ani11020301>
- Cardoso Consentini, C. E., Wiltbank, M. C., & Sartori, R. (2021b). Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. *Animals*, *11*(2), 1–30. <https://doi.org/10.3390/ani11020301>
- Carulla Fornaguera, J., & Ortega García, E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, *24*(2), 83–87.
- Carvalho, P. D., Fuenzalida, M. J., Ricci, A., Souza, A. H., Barletta, R. V., Wiltbank, M. C., & Fricke, P. M. (2015). Modifications to Ovsynch improve fertility during resynchronization: Evaluation of presynchronization with gonadotropin-releasing hormone 6 d before initiation of Ovsynch and addition of a second prostaglandin F<sub>2α</sub> treatment. *Journal of Dairy Science*, *98*(12), 8741–8752. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9719>
- Carvalho, P. D., Santos, V. G., Giordano, J. O., Wiltbank, M. C., & Fricke, P. M. (2018). Development of fertility programs to achieve high 21-day pregnancy rates in high-producing dairy cows. *Theriogenology*, *114*, 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.03.037>
- Channa, A. A., Aleem, M., Jabbar, M. A., Monir, H., & Ahmad, N. (2020). Fertility of lactating

- jersey x holstein-friesian cows in subtropical region submitted to a double-ovsynch versus ovsynch protocol for timed artificial insemination. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 30(1), 255–258. <https://doi.org/10.36899/japs.2020.1.0030>
- Chebel, R. C., & Ribeiro, E. S. (2016). Reproductive Systems for North American Dairy Cattle Herds. *Vet Clin Food Anim*, 32, 267–284. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.002>
- Colazo, M. G., & Mapletoft, R. (2014). Fisiología del ciclo estral bovino. *Ciencia Veterinaria*, 16(2), 31–46. <https://doi.org/10.19137/cienvet20141623>
- Cristina, L., & Santamaría, B. (2018). *Vacas Holstein con inseminación artificial a tiempo fijo vs inseminación artificial a celo detectado*.
- Crowe, M. A., Hostens, M., & Opsomer, G. (2018). Reproductive management in dairy cows - the future. *Irish Veterinary Journal*, 71(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13620-017-0112-y>
- De La Mata, J. J., Núñez-Olivera, R., Cuadro, F., Bosolasco, D., De Brun, V., Meikle, A., Bó, G. A., & Menchaca, A. (2018). Effects of extending the length of pro-oestrus in an oestradiol- and progesterone-based oestrus synchronisation program on ovarian function, uterine environment and pregnancy establishment in beef heifers. *Reproduction, Fertility and Development*, 30(11), 1541–1552. <https://doi.org/10.1071/RD17473>
- Denis-Robichaud, J., Cerri, R. L. A., Jones-Bitton, A., & LeBlanc, S. J. (2018). Performance of automated activity monitoring systems used in combination with timed artificial insemination compared to timed artificial insemination only in early lactation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 624–636. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12256>
- Domínguez Vidal, R., Sánchez Hernández, F., & López Gómez, J. (2020). *Manual de biotecnologías reproductivas y conservación de germoplasma*. November, 55. [https://www.researchgate.net/publication/345817120\\_Manual\\_de\\_biotecnologias\\_reproductivas\\_y\\_conservacion\\_de\\_germoplasma?enrichId=rgreq-127fdb70b972d8ad6815a9274f5e6017-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0NTgxNzEyMDtBUzo5NTc1MDY1NzA0MjQzMjNAMTYwNTI5ODc2NDgxOQ](https://www.researchgate.net/publication/345817120_Manual_de_biotecnologias_reproductivas_y_conservacion_de_germoplasma?enrichId=rgreq-127fdb70b972d8ad6815a9274f5e6017-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0NTgxNzEyMDtBUzo5NTc1MDY1NzA0MjQzMjNAMTYwNTI5ODc2NDgxOQ)
- Dransfield, M. B. G., Nebel, R. L., Pearson, R. E., & Warnick, L. D. (1998). Timing of Insemination for Dairy Cows Identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. *Journal of Dairy Science*, 81(7), 1874–1882. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75758-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75758-3)
- FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. (2020). *FAO: Perspectivas junio 2020 – Lácteos*.
- Fedegan, & SENA. (2013). *Costos modales en ganadería de leche, Trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera*. [http://static.fedegan.org.co.s3.amazonaws.com/publicaciones/Libro\\_Costos\\_de\\_ganaderia.pdf](http://static.fedegan.org.co.s3.amazonaws.com/publicaciones/Libro_Costos_de_ganaderia.pdf)
- Fernandes, C. A. de C., Pereira, J. R., Souza, V. O., de Figueiredo, A. C. S., Viana, J. H. M., Siqueira, L. G. B., & Palhao, M. P. (2021). Timing of early resynchronization protocols affects subsequent pregnancy outcome in dairy cows. *Theriogenology*, 167, 61–66.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.03.009>

- Ferreira, R. M., Ayres, H., Sales, J. N. S., Souza, A. H., Rodrigues, C. A., & Baruselli, P. S. (2013). Effect of different doses of equine chorionic gonadotropin on follicular and luteal dynamics and P/AI of high-producing Holstein cows. *Animal Reproduction Science*, *140*(1–2), 26–33. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.04.014>
- Fondo Nacional del Ganado. (2016). Balance y perspectivas del sector ganadero colombiano. *Fng*, 1–19.
- Fricke, P. M., Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., & Welle, M. L. (2003). Fertility of Dairy Cows after Resynchronization of Ovulation at Three Intervals Following First Timed Insemination. *Journal of Dairy Science*, *86*(12), 3941–3950. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74003-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74003-X)
- G.A. Bó, P. S. B. R. J. M., Baruselli, P. S., Mapletoft, R. J., Bó, G. A., Baruselli, P. S., & Mapletoft, R. J. (2018). Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Animal Reproduction (AR)*, *10*(3), 137–142. <http://animal-reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6048f7783717068b468a>
- Gaona, R. C., Terranova, M. V., Hernández, E., Alegría, K. G., Benavides, R. M., Guerrero, H. S., Castro, C. V. D., & Patiño, L. G. (2016). Genetic improvement in dairy cows. The essence of true animal production. *Acta Agronomica*, *64*(3), 296–306. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n3sup.50263>
- Geary, T. W., & Whittier, J. C. (1998). Effects of a Timed Insemination Following Synchronization of Ovulation Using the Ovsynch or CO-Synch Protocol in Beef Cows. *The Professional Animal Scientist*, *14*(4), 217–220. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31832-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31832-5)
- Herlihy, M. M., Giordano, J. O., Souza, A. H., Ayres, H., Ferreira, R. M., Keskin, A., Nascimento, A. B., Guenther, J. N., Gaska, J. M., Kacuba, S. J., Crowe, M. A., Butler, S. T., & Wiltbank, M. C. (2012). Presynchronization with Double-Ovsynch improves fertility at first postpartum artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *95*(12), 7003–7014. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5260>
- Hernández Cerón, J. (2016). Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros. In *Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros*. <https://doi.org/10.22201/fmvz.9786070286902e.2016>
- Horrach Junco, M. N., Bertot Valdés, J. A., Vázquez Montes de Oca, R., Garay Durba, M., Horrach Junco, M. N., Bertot Valdés, J. A., Vázquez Montes de Oca, R., & Garay Durba, M. (2020). Revista de Producción Animal. In *Revista de Producción Animal* (Vol. 32, Issue 3). Universidad de Camaguey. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-79202020000300070&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300070&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Hubner, A. M., Peixoto, P. M. G., Hillesheim, J., Canisso, I. F., & Lima, F. S. (2020). Effect of GnRH 7 Days Before Presynchronization With Simultaneous PGF2 $\alpha$  and GnRH on Reproductive Outcomes in Holstein Dairy Cows. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*(October), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.574516>



- Instituto de Reproducción Animal CórdobaBó, G. (2013). Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. *Animal Reproduction*, *10*(3), 137–142.
- Keskin, A., Yilmazbas-Mecitoglu, G., Gumen, A., Karakaya, E., Celik, Y., Okut, H., & Wiltbank, M. C. (2011). Comparison of responses to Ovsynch between Holstein-Friesian and Swedish Red cows. *Journal of Dairy Science*, *94*, 1784–1789. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3579>
- Leonel, G. G. (2017). *Manejo reproductivo del ganado bovino en los diferentes sistemas de producción de la región Huetaar Norte y Chorotega de Costa Rica*. 69. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14411>
- Luchterhand, M., Gamarra, C. A., Gennari, R. S., Carvalho, P. D., Barletta, R. V., & Souza, A. H. (2019). Ovulation and fertility response to commercially available GnRH products in lactating cows synchronized with the Double-Ovsynch protocol. *Animal Reproduction Science*, *202*(December 2018), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.01.006>
- Lucy, M. C. (2019). Symposium review: Selection for fertility in the modern dairy cow—Current status and future direction for genetic selection. *Journal of Dairy Science*, *102*(4), 3706–3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15544>
- Mariscal, V., Pacheco, A., Estrella, H., Huerta, M., Rangel, R., & Núñez, R. (2015). Indicadores Reproductivos De Vacas Lecheras En Agroempresas Con Diferente Nivel Tecnológico En Los Altos De Jalisco Reproductive Indicators of Dairy Cows in Agribusinesses With Different Technological Level in the Jalisco Highlands. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, *13*(3), 493–507.
- Marizancén, M. A., & Pimentel, L. (2014). *Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación artificial a tiempo fijo* Genetic. 247–259.
- Martins, J. P. N., Acevedo, M. J. T., Cunha, T. O., Piterini, C., & Pursley, J. R. (2017). The effect of presynchronization with prostaglandin F<sub>2α</sub> and gonadotropin-releasing hormone simultaneously, 7 d before Ovsynch, compared with Presynch-10/Ovsynch on luteal function and first-service pregnancies per artificial insemination. *Journal of Dairy Science*, *100*(6), 5107–5116. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11628>
- Meléndez, P., & Bartolomé, J. (2017). Avances sobre nutrición y fertilidad en ganado lechero: Revisión. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, *8*(4), 407–417. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4160>
- Moore, S. G., & Hasler, J. F. (2017). A 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *Journal of Dairy Science*, *100*(12), 10314–10331. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13138>
- Moreira, F., Orlandi, C., Risco, C. A., Mattos, R., Lopes, F., & Thatcher, W. W. (2001). Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *84*(7), 1646–1659. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74600-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74600-0)
- Moreno-Oliva, P., Montaldo-Valdenegro, H., García-Ortiz, C., Hernández-Cerón, J., Moreno-

- Oliva, P., Montaldo-Valdenegro, H., García-Ortiz, C., & Hernández-Cerón, J. (2016). Serum progesterone concentrations at the insemination time and pregnancy rate in dairy cows. *Abanico Veterinario*, 6(2), 22–29. <http://sisupe.org/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/64/49>
- Nowicki, A., Barański, W., Baryczka, A., & Janowski, T. (2017). OvSynch protocol and its modifications in the reproduction management of dairy cattle herds -an update. *Journal of Veterinary Research (Poland)*, 61(3), 329–336. <https://doi.org/10.1515/jvetres-2017-0043>
- Núñez-Olivera, R., De Castro, T., García-Pintos, C., Bó, G., Piaggio, J., & Menchaca, A. (2014). Ovulatory response and luteal function after eCG administration at the end of a progesterone and estradiol' based treatment in postpartum anestrous beef cattle. *Animal Reproduction Science*, 146(3–4), 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.017>
- Of, S., Pursley, O. J. R., Cows, D., Pgf, U., Madison, S., Platteville, S., & Madison, W.-. (1995). *Theriogenology Poor rates of estrous detection combined with poor conception rates ( CR ) make management of reproduction in lactating dairy cows a challenge in most dairy herds . To help producers manage reproduction more efficiently , protocols for sync. 95*, 915–923.
- Pursley, J. R., Wiltbank, M. C., Stevenson, J. S., Ottobre, J. S., Garverick, H. A., & Anderson, L. L. (1997). Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. *Journal of Dairy Science*, 80(2), 295–300. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75937-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75937-X)
- Pugliesi, G., Rezende, R. G., Silva, J. D., Lopes, E., Nishimura, T. K., Baruselli, P. S., ... & Binelli, M. (2017). Uso da ultrassonografia Doppler em programas de IATF e TETF em bovinos. *Rev Bras Reprod Anim*, 41(1), 140-150.
- Rincón, J. F., Zambrano, J. A., & Echeverri, J. (2015). Estimation of genetic and phenotypic parameters for production traits in Holstein and Jersey from Colombia Estimación de parámetros genéticos y fenotípicos para características de producción en ganado Holstein y Jersey Colombiano. *Rev.MVZ Córdoba*, 20, 4962–4973.
- Rojas Canadas, E., Gobikrushanth, M., Fernandez, P., Kenneally, J., Lonergan, P., & Butler, S. T. (2019). Evaluation of alternative strategies to treat anoestrous dairy cows and implications for reproductive performance in pasture-based seasonal calving herds: A pilot study. *Theriogenology*, 127, 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.01.008>
- Rural, D. (2005). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. *Director*, 1828(1), 334–334. [http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/caracterizacion\\_citricos1.pdf](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/caracterizacion_citricos1.pdf)
- Sanchez A. (2010). Parametros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México (Monografía de Licenciatura). Universidad de Veracruz. *Universidad Veracruzana Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia .*, 1–48. [https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010.\\_Parametros-reproductivos-bovinos.pdf](https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010._Parametros-reproductivos-bovinos.pdf)
- Santos, V. G., Carvalho, P. D., Maia, C., Carneiro, B., Valenza, A., & Fricke, P. M. (2017). Fertility of lactating Holstein cows submitted to a Double-Ovsynch protocol and timed artificial insemination versus artificial insemination after synchronization of estrus at a similar day in milk range. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 8507–8517.

<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13210>

- Sanz, A., Macmillan, K., & Colazo, M. G. (2019). Revisión de los programas de sincronización ovárica basados en el uso de hormona liberadora de gonadotropinas y prostaglandina F2 $\alpha$  para novillas de leche y de carne. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, 115, 326–341. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.002>
- Simposio, X. I. I., & Reproduccion, I. D. E. (2017). 12 ° *Simposio Internacional de Reproducción Animal*. 54(9).
- Souza, A. H., Ayres, H., Ferreira, R. M., & Wiltbank, M. C. (2008). A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 70(2), 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.03.014>
- Stevenson, J. S., & Britt, J. H. (2017). A 100-Year Review: Practical female reproductive management. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10292–10313. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12959>
- Stevenson, J. S., Higgins, J. J., & Jung, Y. (2009). Pregnancy outcome after insemination of frozen-thawed bovine semen packaged in two straw sizes: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4432–4438. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2304>
- Stevenson, Jeffrey S. (2016). Synchronization and Artificial Insemination Strategies in Dairy Herds. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(2), 349–364. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.007>
- Thatcher, W. W., & Santos, J. E. P. (2020). Reproductive management of dairy cattle. *Animal Agriculture: Sustainability, Challenges and Innovations*, 131–155. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00008-2>
- Tippenhauer, C. M., Steinmetz, I., Heuwieser, W., Fricke, P. M., Lauber, M. R., Cabrera, E. M., & Borchardt, S. (2021). Effect of dose and timing of prostaglandin F2 $\alpha$  treatments during a 7-d Ovsynch protocol on progesterone concentration at the end of the protocol and pregnancy outcomes in lactating Holstein cows. *Theriogenology*, 162, 49–58. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2020.12.020>
- Walsh, S. W., Williams, E. J., & Evans, A. C. O. (2011). Review article A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 123(3–4), 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.12.001>
- Wiltbank, M. C., Baez, G. M., Cochrane, F., Barletta, R. V., Trayford, C. R., & Joseph, R. T. (2015). Effect of a second treatment with prostaglandin F2 $\alpha$  during the Ovsynch protocol on luteolysis and pregnancy in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 8644–8654. <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-9353>
- Yousuf, M. R., Martins, J. P. N., Ahmad, N., Nobis, K., & Pursley, J. R. (2016). Presynchronization of lactating dairy cows with PGF2 $\alpha$  and GnRH simultaneously, 7 days before Ovsynch have similar outcomes compared to G6G. *Theriogenology*, 86(6), 1607–1614. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.05.021>