

CARRERA DE AGRONOMÍA
FAUBA 1999

- Coordinador del Taller:** *Ing. Agr. Carlos B. Banchemo, M.Sc.*
- Coordinadora Pedagógica:** *Lic. María Cristina Plencovich*
- Equipo Técnico-Pedagógico:** *Ing. Agr. Alejandra Ayala Torales, M.Sc.*
Lic. Ana Bocchicchio
- Equipo Docente:** *Ing. Agr. Patricio Calonge*
Dr. José Alfredo Curá
Ing. Agr. Ana Garau
Ing. Agr. Ana Beatriz Guarnaschelli
Ing. Agr. Carlos A Rezzano
Ing. Agr. Adriana Rodríguez
Ing. Agr. Haydée Steinbach
Ing. Agr. Claudio Winckler
- Secretario Ejecutivo:** *Juan Manuel Montes*



FUNDAMENTOS

Los talleres constituyen el espacio curricular que integra la teoría y la práctica, y permiten un acceso interdisciplinario al objeto de estudio de las ciencias agronómicas. Se despliegan en distintos niveles de complejidad, según avanza la formación del futuro profesional y lo instrumentan con esquemas de acción e interpretación de la realidad agronómica cada vez más profundos, en un progreso curricular espiralado.

OBJETIVOS GENERALES

- Integrar marcos teóricos adquiridos hasta el momento para la comprensión de situaciones del medio agropecuario con distintos niveles de complejidad. Estas integraciones permitirán desarrollar un modelo de análisis interdisciplinario en el que se articulen los saberes disciplinarios y se profundice en la realidad agronómica.
- Abrir interrogantes que introducirán al estudio sistemático de las disciplinas en instancias más avanzadas del plan.
- Desarrollar la formulación de hipótesis y los procesos de análisis y síntesis, en la resolución de situaciones problemáticas.
- Trabajar en equipo en forma sinérgica.
- Intensificar el ejercicio de la expresión oral y escrita, y el uso del lenguaje técnico-científico a través de la confección de informes, avances de tareas realizadas, reseñas, breves "presentaciones" orales, etc.
- Fundamentar los argumentos a través de la búsqueda, análisis, interpretación y discusión de la información.

CONTENIDOS

A través de un caso controvertido: La Revolución Verde, se hará un tratamiento interdisciplinario de dicho tema, a partir de contenidos cognoscitivos, de habilidades y de actitudes según el siguiente calendario:



Semana	Temario y Actividades	Responsable
1 - 8/04	Presentación -El taller- Objetivos-Formas de trabajo-Sistema de Evaluación y Acreditación- - Pre-test Perfil de los estudiantes (Expectativas, Hábitos Intelectuales, Conceptos previos, Atribuciones al rol profesional del Ingeniero Agrónomo)-Qué es la Agronomía- Cambios de paradigmas pedagógicos / agronómicos Entrega del cuerpo de caso y materiales-	Coordinador y Equipos
2 - 15/04	Presentación del Caso - Método del Caso-Objetivos- Características - Hoja de T.P. Individual y Grupal - Calendario - El Avance y el Paper- Estrategias de Metacognición-Hábitos del pensamiento eficaz- Consulta bibliográfica - La toma de notas, etc. (Trabajo Autónomo)	Coordinador y Equipos
3 - 22/04	Conferencia (1) - Mejoramiento y Producción - (90m)- Consulta al experto (30m)- T.P.en pequeño grupo sobre los aportes de la conferencia y vinculados al tema - Plenario- (Trabajo Autónomo)	Ing.Agr. Carlos B.Banchero Equipo Docente
4 - 29/04	Conferencia (2) - Estrategias de Producción - Producción (90m)- Consulta al experto(30m)- T.P.en pequeño grupo sobre los aportes de la conferencia y vinculados al tema- Plenario- (Trabajo Autónomo)	Ing. Agr. María Otegui Ing.Agr. Daniel Miralles Equipo Docente
5 - 6/05	Conferencia (3) - Dimensiones Socioeconómicas de la Revolución Verde - (90m) - Consulta al experto (30m) - T.P.en pequeño grupo sobre los aportes de la conferencia y vinculados al tema - Plenario- Los estudiantes entregan el Avance. (Trabajo Autónomo)-	Lic. Roberto Benencia Equipo Docente
6 - 13/05	Conferencia (4) -Impacto ambiental (90m)- Consulta al experto (30m)- T.P. en pequeño grupo sobre los aportes de la conferencia y vinculados al tema- Plenario-(Trabajo Autónomo)	Ing. Agr. Fernando Vilella Docentes
7 - 20/05	Algunos instrumentos de análisis y diagnóstico-El factor limitante - El valor de las hipótesis - Trabajo Práctico en pequeños grupos -Tutoría (30m)	Coordinador y Equipos



8 - 27/05	Alumnos entregan el T.P. Individual-¿Cómo hacer presentaciones efectivas? - El Pensamiento flexible y divergente- Trabajo en pequeños grupos	Equipo Docente
9 - 3/06	Devolución del Trab. Práct. Individual - Revisión de conceptos - Plenario - Trabajo Práctico Grupal-	Equipo Docente
10 - 17/06	<i>Paper</i> sobre la Revolución Verde (90 m.) Plenario- T.Práctico Grupal-	Equipo Docente
11 - 24/06	Entrega de Hoja de Trab. Práct. Grupal Autoevaluación y Evaluación del curso - Tutoría por pequeños grupos	Equipo Docente
12 - 1/07	Presentaciones del T.P. Grupal en plenario Post-test	Coordinador y Equipos

METODOLOGÍA DIDÁCTICA

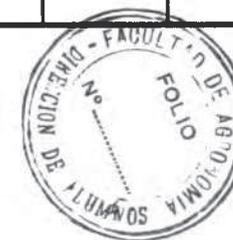
Se utilizará el método del caso, en la versión de la Universidad de Harvard, según la adaptación realizada por Walter Pérez de Carolis.

Se prevén las siguientes actividades, según el diagrama de Gantt y detalles de sesiones que se presentan a continuación:



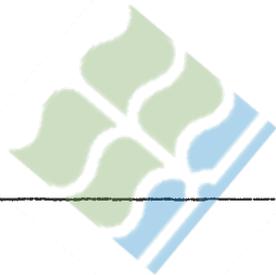
ACTIVIDADES - Diagrama de Gantt

	1era. 8/04	2da. 15/04	3era. 22/04	4ta. 29/04	5ta. 6/05	6ta. 13/05	7ma. 20/05	8va. 27/05	9na. 3/06	10ma. 17/06	11ma. 24/06	12ma. 1/07
1	Presentación											
2	Pre-test y Perfil de estudiantes											
3	Caso: Los Frutos de la Revolución Verde											
4	La consulta bibliográfica, toma de notas, etc.											
5	Conferencias de expertos											
6	Consultas a expertos											
7	Entrega de avance											
8	Algunos instrumentos de diagnóstico											
9	Las hipótesis											
10	El factor limitante											
11	Cómo hacer presentaciones efectivas											
12	Entrega T. P. Individual											
13	El pensamiento flexible, eficaz y divergente											
14	Revisión											
15	Paper											
16	Tutoría											
17	T. P. Individual											
18	T. P. en pequeños grupos											
19	T. P. Grupal											
20	Plenario											
21	Trabajo autónomo											
22	Autoevaluación y evaluación del curso											
23	Post-test											



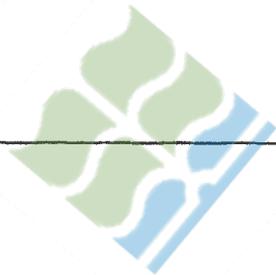
PRIMERA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
PRESENTACIÓN	Presentación General- Los talleres en el marco de la Reforma- El Taller I, sus objetivos y participantes (equipos)- Interdisciplinariedad y sinergia- Formas de Trabajo- Sistema de Evaluación y Acreditación-	Coordinador	✓ Introducirse en el sentido y la dinámica de los talleres de la carrera	15 m
DIAGNÓSTICO DE LOS CURSANTES	Pre-Test Perfil de los estudiantes (Expectativas, hábitos intelectuales, conceptos previos, imágenes profesionales, estilos de aprendizaje)	Equipo TP	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar la adquisición de conocimientos y habilidades durante el curso ✓ Detectar ideas previas como obstáculos cognitivos de nuevos aprendizajes ✓ Conducir procesos de enseñanza a partir de las características del grupo 	45 m 60 m 2h
CORTE				20 m
LA PROBLEMÁTICA AGRONÓMICA	Qué es la Agronomía- La agronomía y los cambios de paradigmas- Concepto de paradigma (video)- Cambios en el paradigma agronómico y en el pedagógico- Papel del Estudiante-	Coordinador Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Iniciarse en el estudio de la problemática profesional ✓ Utilizar el concepto de paradigma como herramienta para generar actitudes de apertura frente a la realidad en general y a la agronómica en particular 	15 m 70 m 15 m 1h 40 m



SEGUNDA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
PRESENTACIÓN DEL CASO: LOS FRUTOS DE LA REVOLUCIÓN VERDE	La Revolución Verde como hito dentro de las ciencias agronómicas. Breve referencia histórica-	Coordinador	✓ Conocer los aspectos sociohistóricos y agronómicos que obraron como marco de la llamada Revolución Verde	30m
MÉTODO DEL CASO	Importancia del método- Características- Instancias- Cuerpo del Caso- Anexos- Papel del docente y del estudiante- T. P. Individual y Grupal- El Avance y el Paper- Calendario- Diagrama de Gantt-	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprender por qué se ha seleccionado la metodología del caso para el primer taller de aproximación a la realidad agronómica ✓ Analizar calendario y diagrama de Gantt en forma pormenorizada (qué se espera, cuándo, etc.) 	80m
LA CONSULTA BIBLIOGRÁFICA	Distintos soportes de la bibliografía- Cómo se cita- Estructura de la comunicación científica o <i>paper científico</i> -	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contar con algunas herramientas básicas de trabajo universitario 	30m
CORTE				2h 20m
LA TOMA DE NOTAS	Ejercitación para extraer las ideas fundamentales- El uso de conectores-	Equipos	✓ Ejercitar la habilidad de la toma de notas como medio idóneo para la adquisición de conocimientos	1h:20m



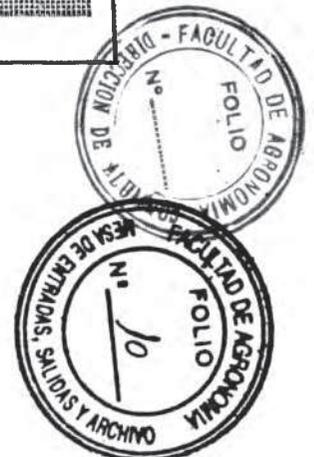
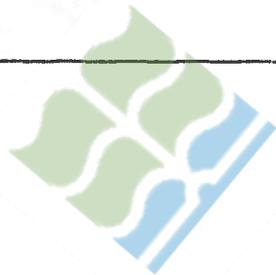
TERCERA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
CONFERENCIA DEL EXPERTO	"Mejoramiento y Producción"	Ing Carlos B. Banhero	✓ Ahondar en los marcos teóricos de comprensión del tema del caso	90 m
CONSULTA AL EXPERTO	Consulta de los estudiantes al experto		✓ Establecer un nexo entre los conocimientos eruditos y el trabajo a desarrollar	30m 2h
CORTE				20 m
TRABAJO PRÁCTICO EN PEQUEÑO GRUPO	<p><i>Consigna del Trabajo en Pequeño grupo:</i></p> <p>A través del uso de los genes del enanismo del trigo se resuelven los problemas del hambre en regiones que demandan alimentos.</p> <p><i>Discuta esta afirmación en pequeño grupo y fundamente su posición. Presente las conclusiones arribadas por el grupo en plenario</i></p>	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emitir juicio crítico ✓ Dar razón de las opiniones emitidas ✓ Consensuar opiniones ✓ Utilizar marcos teóricos en la discusión 	60m
PLENARIO	Presentaciones de las conclusiones de los distintos grupos		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comparar conclusiones ✓ Establecer divergencias y similitudes intra e intergrupales, etc. 	40m



CUARTA SESIÓN

EJE	TEM	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
CONFERENCIA DEL EXPERTO	"Estrategias de Producción"	Ing. María Otegui/ Ing. Daniel Miralles	✓ Ahondar en los marcos teóricos de comprensión del tema del caso	90 m
CONSULTA A LOS EXPERTOS	Consulta de los estudiantes a los expertos		✓ Establecer un nexo entre los conocimientos eruditos y el trabajo a desarrollar	30m 2h
CORTE				20 m
TRABAJO PRÁCTICO EN PEQUEÑO GRUPO	<i>Consigna del Trabajo en Pequeño grupo:</i>	Equipos:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emitir juicio crítico ✓ Dar razón de las opiniones emitidas ✓ Consensuar opiniones ✓ Utilizar marcos teóricos en la discusión 	60 m
PLENARIO	Presentaciones de las conclusiones de los distintos grupos		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comparar conclusiones ✓ Establecer divergencias y similitudes intra e intergrupales, etc. 	40m



QUINTA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
CONFERENCIA DEL EXPERTO	“Dimensiones socioeconómicas de la Revolución Verde”	Lic. Roberto Benencia	✓ Ahondar en los marcos teóricos de comprensión del tema del caso	90 m
CONSULTA AL EXPERTO	Consulta de los estudiantes al experto		✓ Establecer un nexo entre los conocimientos eruditos y el trabajo a desarrollar	30m 2h
CORTE				20 m
TRABAJO PRÁCTICO EN PEQUEÑO GRUPO	<p><i>Consigna del Trabajo en Pequeño grupo:</i></p> <p>La introducción de cambios tecnológicos puede ser concebida como variable independiente o dependiente del cambio social.</p> <p><i>Discuta en pequeño grupo esta afirmación y</i></p> <p><i>(a) elabore ejemplos del sector agropecuario que la ilustren</i></p> <p><i>(b) presente en plenario lo elaborado por su grupo.</i></p>	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emitir juicio crítico ✓ Dar razón de las opiniones emitidas ✓ Consensuar opiniones ✓ Utilizar marcos teóricos en la discusión 	60 m
PLENARIO	Presentación de lo elaborado por los grupos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comparar conclusiones ✓ Establecer divergencias y similitudes intra e intergrupales, etc. 	40m
Se entrega el Avance del T.P. Indiv.				



SEXTA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
CONFERENCIA DEL EXPERTO	"Impacto Ambiental"	Ing. Fernando Vilella	✓ Ahondar en los marcos teóricos de comprensión del tema del caso	90 m
CONSULTA AL EXPERTO	Consulta de los estudiantes al experto		✓ Establecer un nexo entre los conocimientos eruditos y el trabajo a desarrollar	30m 2h
CORTE				20 m
TRABAJO PRÁCTICO EN PEQUEÑO GRUPO	<p><i>Consigna del Trabajo en Pequeño grupo:</i></p> <p>¿Hambre o tecnología? <i>Discuta este dilema en pequeño grupo y fundamente su posición. Presente las conclusiones arribadas por el grupo en plenario</i></p>	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emitir juicio crítico ✓ Dar razón de las opiniones emitidas ✓ Consensuar opiniones ✓ Utilizar marcos teóricos en la discusión 	60 m
PLENARIO	Presentaciones de las conclusiones de los distintos grupos	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comparar conclusiones ✓ Establecer divergencias y similitudes intra e intergrupales, etc. 	40m



Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad de Buenos Aires



Taller 1

La Segunda Revolución Verde

SÉPTIMA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUE	Tiempo
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">DIAGNOSTICO AGRONOMICO CON LA HIPOTESIS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El Rol del Ingeniero Agrónomo • El Diagnóstico agronómico • Variables intervinientes • El factor limitante de Pensar • Video "El Ayutorio" • Consigna Trabajo Práctico en pequeño grupo (a) <i>Rescate las principales variables que afectan a los participantes, previo a la implementación del proyecto</i> • (b) <i>Defina el factor limitante en lo económico, en lo social y ecológico</i> 	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el papel del diagnóstico en el desempeño de la profesión • Analizar variables intervinientes • Elaborar lineamientos generales de un diagnóstico • Identificar factor limitante 	<p>30m</p> <p>30m</p> <p>60m</p>
	CORTE			
	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de una foto • Hipótesis 		<ul style="list-style-type: none"> • Formular hipótesis 	

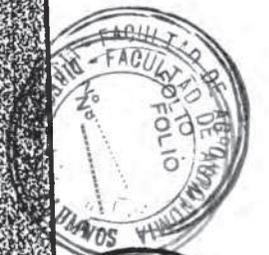


Taller 1

La Segunda Revolución Verde

OCTAVA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
ROL DEL ING. AGR. II	<ul style="list-style-type: none"> Competencias del Ingeniero Agrónomo El pensamiento flexible y divergente (De Bono): Creatividad/Los Sombreros de Pensar Ejercicio grupal La presentación: algunas pautas Recepción del T.P. Individ. 	Equipos	<ul style="list-style-type: none"> Comprender el papel que desempeña un pensamiento flexible y creativo en el desarrollo de las competencias profesionales Conocer algunas pautas para hacer presentaciones 	30m
				30m
CORTE				
	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del <i>Paper</i> de Opinión Preparación de una presentación sobre el tema: "<i>La profesión del Ingeniero Agrónomo en el segundo milenio: lo que vendrá</i>" 		<ul style="list-style-type: none"> Rever el formato del "<i>paper</i>" de opinión Organizar una presentación según pautas 	10m
				90m



Taller 1

La Segunda Revolución Verde

NOVENA SESIÓN

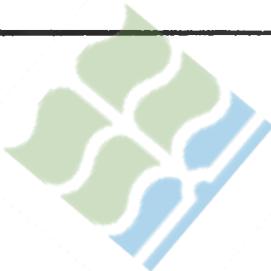
TEMA	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
ANÁLISIS	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los conceptos tratados en el T. P. Individual en plenario Ejercicio sobre escritura de un <i>paper</i> de opinión Devolución del T.P. Indiv. 	Equipo docente	<ul style="list-style-type: none"> Revisar los conceptos trabajados (fase analítica) antes de proseguir con las demás fases del método del caso Elaborar un <i>paper</i> de opinión sobre un artículo dado 	60 m. 60 m.
CORTE				
Pautas del Trabajo Práctico Final	<ul style="list-style-type: none"> Se reseñan las pautas del trabajo grupal de cierre del taller. Conformación de grupos-Formatos-Calendario 		<ul style="list-style-type: none"> Conocer la fase de toma de decisiones grupal simulada del método del caso (fase sintética) 	90 m.

Taller 1

La Segunda Revolución Verde

DÉCIMA SESIÓN

TEMA	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
LECCIONES DE LA REVOLUCIÓN VERDE	<ul style="list-style-type: none">Los estudiantes escriben un <i>paper</i> de opinión <i>Paper: Las Lecciones de la Revolución Verde</i>	Estudiantes	<ul style="list-style-type: none">Verter opinión fundada sobre un tema agronómico interdisciplinarioAjustarse a las normas de escritura del <i>paper</i> de opinión	90m
CORTE				
	<ul style="list-style-type: none">Sesión de Trabajo Práctico GrupalTutoría (en sesión/extra-sesión)	Equipo docente Estudiantes	<ul style="list-style-type: none">Organizar la presentación del T.P. Grupal	120m



Taller 1

La Segunda Revolución Verde

UNDÉCIMA SESIÓN

EJE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
EVALUACIÓN DEL TALLER	<ul style="list-style-type: none">• Recepción del T.P. Grupal• Post-Test • Autoevaluación del desempeño en el taller • Tutoría en Pequeños grupos	Estudiantes	<ul style="list-style-type: none">• Determinar si hubo progreso en la adquisición de los conocimientos a través de la comparación entre el pre-test y el post-test • Ajustar el T.P. Grupal previo a la presentación • Conocer el desempeño del alumno a través de su propio juicio	4hs



Taller 1

La Segunda Revolución Verde

ULTIMA SESIÓN

DIE	TEMARIO	QUIEN	PARA QUÉ	Tiempo
PRÁCTICA GRUPAL	<ul style="list-style-type: none">• Presentación del T. P. Grupal en plenario• Evaluación del Curso	Todos	<ul style="list-style-type: none">• Presentar en plenario el T. P. Grupal• Evaluar el taller a partir de las perspectivas de estudiantes y docentes	4hs.



Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad de Buenos Aires

FORMAS DE EVALUACIÓN



La evaluación será continua a partir de las instancias que a continuación se detallan:

Peso Relativo de Instancias a evaluar	Indicadores
Participación en clase 20%	Consulta al experto (calidad) Participación en tutorías Participación en pequeños grupos Evaluación de pares Autoevaluación
10% Paper	Claridad y cohesión de ideas Formato Fundamentación Significatividad
Avance 5%	Organización del tiempo Habilidades metacognitivas Búsqueda de información
T. P. Individual 40%	Cfr. Tabla de especificación y Clave de corrección
T.P. Grupal 20%	Nivel de resolución de la producción grupal (profundidad - coherencia - realismo) Habilidades de la presentación
Asistencia 5%	100% *

- **Acreditación:** 75 % de Asistencia- Aprobación: TPIndiv.,TP Grupal, Avance y Paper. Nota no inferior a 4 puntos en cada una de estas instancias

PARTICIPACIÓN EN CLASE

	Apellido y Nombre	En consultas al experto	En Tutorías	En clase	En pequeño grupo
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					



EVALUACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE LOS ESTUDIANTES EN PEQUEÑO GRUPO

Grupo Nro.

Apellido y Nombre	Expresa opinión	Fundamenta opinión	Organiza tarea	Coordina tarea	Encauza tarea

AUTOEVALUACIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE EN PEQUEÑO GRUPO

Apellido y Nombre

N° Orden N° Grupo Comisión

1) ¿ Qué aprendí en este trabajo en pequeño grupo?

2) Describa su participación en el grupo (marcar lo que corresponda)

I- Organicé la tarea SI NO

II- Coordiné las tarea SI NO

III- Encaucé la tarea SI NO



IV- Intervine en la discusión SI NO

V- Fundamenté mis opiniones SI NO

VI- Mi análisis fue **semejante** / **distinto** del de los demás

VII- Interrumpí la discusión.....veces. Estas interrupciones fueron **apropiadas** / **inapropiadas**

VIII- Recomendé un curso de acción SI NO



Facultad de Agronomía
Universidad de Buenos Aires

BIBLIOGRAFÍA



- Bachelard, G. et al, *La Interdisciplinariedad*, Madrid, Technos, 1986.
- Banchero, C., M.C. Plencovich y A. Ayala Torales: *Los Frutos de la Revolución Verde (Método del caso)*, Buenos Aires, FAUBA, 1999.
- Borlaug, N., *The Green Revolution: Peace and Humanity*, Discurso de Aceptación del Premio Nobel de la Paz, Oslo, 11 de Diciembre de 1970. *Memoirs*.
- Easterbrook, G., *Forgotten Benefactor of Humanity*, en *The Atlantic Monthly*, Enero 1997, Vol. 279.
- Herdt, R., *The life and work of Norman Borlaug, Nobel Laureate*, Agricultural Science, Texas University. Enero, 1998.
The Future of the Green Revolution Implications for International Grain Markets, Agricultural Science, Mayo, 1997.
- Morín, E., *Introducción al Pensamiento Complejo*, Barcelona, Gedisa, 1994.
- Morín, E., *Articular los saberes*, París, 1997.
- Plencovich, M.C., A. Ayala Torales y A. Bocchicchio: *El metodo del caso: ¿vino nuevo en odres viejos?*, Buenos Aires, FAUBA, 1998.
-





ANEXO



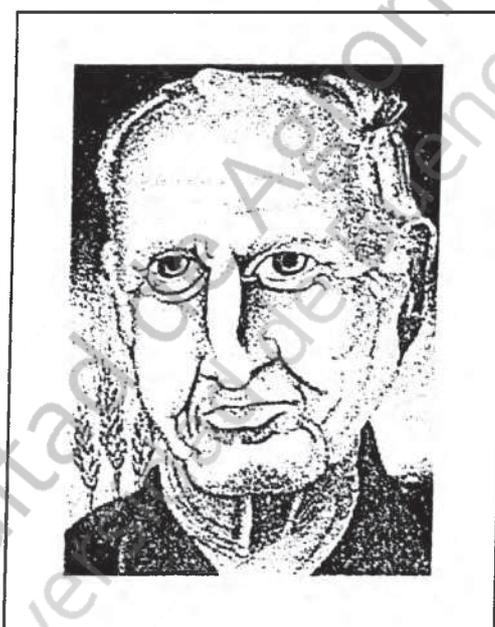
Facultad de Agronomía
Universidad de Buenos Aires

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Agronomía (FAUBA)



Taller 1

La Segunda Revolución Verde



CASO: LOS FRUTOS DE LA REVOLUCIÓN VERDE

Ing. Agr. Carlos B. Banhero, Lic. María Cristina Plencovich, Ing. Agr. Alejandra Ayala Torales

Prohibida su reproducción

Este caso ha sido preparado para servir de base de discusión en el taller y no como ilustración de una posición adecuada o inadecuada ante la problemática agronómica.



LOS FRUTOS DE LA REVOLUCIÓN VERDE

El Pan Nuestro

-¡Ingeniero, ingeniero...!

Carlos Grin volvió a la realidad. Abrió los ojos y miró a su asistente, inclinado sobre él.

-Perdón, Diego, me fui...

¡Que maravilla la mente humana!, pensó. Por unos minutos había desandado casi cuarenta años. Había viajado a México, India, Pakistán, Africa y vuelta a Argentina. Y siempre el mismo rostro giraba en todos aquellos años, el de Norman Borlaug, premio Nobel de la Paz, artífice de la Revolución Verde. Carlos volvió a sumirse en sus pensamientos. Todo había comenzado así:

Corría el año 1963. Flamante egresado de la Carrera de Agronomía, el ingeniero agrónomo argentino Carlos Grin se había postulado a una beca como pasante en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México y había sido seleccionado para trabajar en el equipo dirigido por Borlaug, agrónomo norteamericano oriundo de Cresco, Iowa. El nuevo centro se había generado alrededor del programa de trigo conducido por Borlaug. El programa original tenía el propósito de enseñarle a los campesinos mexicanos algunas prácticas agronómicas nuevas: "Ayudar a México a que se ayudara a sí mismo ". Muy pronto Borlaug le imprimió otros rumbos. Había comenzado a explorar una técnica para aumentar la resistencia a enfermedades en distintas líneas de cultivos. También había desarrollado cereales con menos sensibilidad al fotoperíodo. Todos los factores limitantes habían sido estudiados desde un principio: había investigaciones interdisciplinarias realizadas desde la genética y el fitomejoramiento, desde las consideraciones agronómicas, la fertilización, el riego, la fitopatología y la entomología. Más tarde se realizaron investigaciones sobre la composición más ventajosa para la alimentación humana.

Su logro más importante había sido reconocer al enanismo como un aporte y su posterior mejoramiento. Por supuesto, había tenido que luchar con las concepciones comunes de los productores que querían cultivos altos, rotundos, que "entraran por los ojos". E, incluso, contra la propia naturaleza que favorecía los cultivos de mayor altura. Pero todo esto ya era una anécdota cuando Carlos comenzó a formar parte del equipo. Incluso, en las Filipinas, en el Instituto de

Investigación Internacional del Arroz (que al igual que el CIMMYT también recibía apoyo económico de las fundaciones Ford y Rockefeller), los investigadores buscaban líneas de arroz enano.

Carlos conocía la tarea que había estado realizando Borlaug en México por más de 20 años. Junto a un pequeño equipo comenzó haciendo cruzamientos entre cinco variedades mexicanas de trigo y una docena de importadas. Las combinaciones habían dado resultados excelentes desde el principio. Se obtuvieron cuatro nuevas variedades que aumentaron notablemente la producción. Sin embargo, un enemigo acechaba la producción de trigo: la roya. Borlaug no la olvidaba. Por tal motivo emprendió un programa de cruzamientos tan intenso como nunca antes se había realizado. La mayoría de los fitomejoradores efectuaban unos pocos cruzamientos por cada estación. Convencionalmente, se observaban las plantas obtenidas de los cruzamientos durante el crecimiento, se cosechaban las semillas de los mejores ejemplares al año siguiente y se las sembraba, y así sucesivamente – a través de más selecciones- por un período de 8 a 10 años. Existía una oportunidad entre mil de encontrar lo que se estaba buscando.

El éxito del mejoramiento del trigo consiste en tener siempre presente la mutación constante de la roya. Un fracaso en su neutralización puede ocasionar un desastre a los productores, a las naciones y, en los casos extremos, al mundo entero. Borlaug estaba convencido de que sólo haciendo miles de cruza con trigos provenientes de distintos lugares del mundo podría mantener la roya bajo control. Por esta razón introdujo lo que constituyó una innovación en los programas de mejoramiento del momento: aumentar el número de cruzamientos. Esto incrementó el trabajo experimental de analizar y evaluar progenies. También suponía criterios estrictos para descartar los ejemplares no aptos.

La segunda innovación introducida por Borlaug en México había sido acelerar el progreso del desarrollo varietal. Se eligieron dos lugares de siembra distintos, desafiando los dogmas del momento de los fitomejoradores: se deben obtener cultivares que interactúen con ambientes específicos.

Una generación se sembró casi a nivel del mar, en Sonora, a 28° de latitud norte, en otoño, con días que se iban acortando: la segunda se sembró cerca de Toluca, a 18° de latitud y 2.500 m sobre el nivel del mar, en verano, con días progresivamente más largos. A través de esta técnica se desarrollaron variedades de alto rendimiento, con menor sensibilidad a la exposición de la luz, con un amplio margen de adaptación ecológica y resistencia a las enfermedades.

Las plantas que sobrevivieron y tuvieron buen rendimiento se adaptaron bien a un amplio espectro de condiciones. Se aumentó la producción de trigo en México y en los países vecinos. En unos 25 años México aumentó su producción promedio por hectárea de 750 kilos a aproximadamente 3000 (unas cuatro veces).

El encuentro con Borlaug había sido imborrable. Lleno de energía, el científico tenía a la sazón unos 50 años y una personalidad magnética que no cambió con el correr del tiempo. Se sentó sobre su escritorio informalmente, mientras él se achaparraba en la silla como esos trigos mejorados.

En un castellano que sólo un deajo denunciaba como lengua aprendida, Borlaug le dijo:

-Mire, Carlos. Es probable que su trabajo comience aquí, en México, pero puede continuar en la India. Como sabe, nuestro programa está produciendo un trigo de alto rendimiento. Y quisiera llevarlo ahora a la India.

Las Dudas de Carlos Grin

Carlos había quedado estupefacto. ¿A la India? Pero ¿no había acaso consenso entre los ecologistas del momento sobre una ecuación; países en desarrollo: cultivo de plantas autóctonas - lenteja en la India, mandioca en Paquistán- y granos sólo en los países desarrollados...?

- Pero, Dr. Borlaug ¿y qué pasa con la pérdida de diversidad? Y el trigo ¿tendrá la misma calidad panadera?, ¿y el conjunto de las técnicas de producción...?

La cara de Borlaug se crispó por un instante, impaciente.

- El caso es que se mueren de hambre, Carlos. Hasta ahora no ha habido mejoramiento en líneas de cultivos autóctonos que permitan un mayor rendimiento. Tenemos que llevarles trigo. Usted conoce las ventajas del cultivo.

Carlos armó un cuadro mental. Los conocimientos sobre trigo que había visto en el Curso de Cereales en la facultad acudieron en su auxilio formando una especie de patrón.

-Pero, continuó Borlaug, el trigo no va a prosperar en la India sin riego y sin fertilizantes. Es paradójico, siempre he abogado por el uso de fertilizantes

orgánicos, pero aquí se me presenta un dilema de hierro. Mire, la lucha que vamos a tener no se agota en lo estrictamente agronómico. El impacto social, económico y político será inmenso. No va a ser sencillo.

No lo fue. Después de muchos cabildeos e idas y venidas, la Fundación Rockefeller y el gobierno de México decidieron finalmente enviar a Borlaug a Paquistán e India. Carlos y otros jóvenes miembros del equipo lo acompañaron. Pero los esfuerzos de convencer a los monopolios paraestatales de semilla y granos de la India para que sembraran líneas de alto rendimiento resultaron infructuosos. Sin darse tregua, Borlaug había vuelto a la carga una y otra vez. Al final un hecho inesperado les dio un triunfo en la contienda. Amargo triunfo, lo llamaba Borlaug.

En 1965 se desató la guerra entre Paquistán y la India en el marco de una feroz hambruna.

Carlos recordaba una fotografía espeluznante de una revista que dio la vuelta al mundo. Una madre india sostenía a su niño. Los brazos eran zarcillos resecos, la mirada de ambos, perdida, parecía ya no desear bien alguno.

Carlos evocaba los primeros tiempos en la India, con Borlaug trabajando codo a codo junto con los demás integrantes del equipo. Preparaban parcelas, sembraban y llevaban registros. Aún le parecía ver el cintileo de la artillería, no distante de los lotes experimentales. ¿Habían ganado, entonces? Sólo la primera batalla. La guerra al hambre y al infortunio seguía en pie.

Sí, se trataba de un amargo triunfo. La guerra les había dado "carta blanca" para sembrar. Las raíces de la Revolución Verde estaban echadas.

La Revolución Verde

A pesar de una siembra tardía y baja germinación, el rendimiento del trigo enano fue alto. La cosecha salvó miles de vida. Pero también produjo reacciones. En el Estado de Kerala hubo tumultos cuando las bolsas de trigo llegaron a las manos ávidas del pueblo. Esperaban el arroz que por siglos habían comido sus antecesores.

De todos modos los años trajeron resultados contundentes. Para 1968, Paquistán llegó a autoabastecerse de trigo. A India le llevó unos pocos años más. Carlos recordaba la profecía nunca cumplida de Paul Ehrlich en su libro "The Population Bomb" : : "...es una fantasía sostener que alguna vez India podrá autoabastecerse"...

Lo hizo. En 1974, logró la producción propia suficiente de todos los cereales.

Paquistán pasó de cosechar 3.4 millones de toneladas anuales de trigo (antes de Borlaug) a 18 millones en la década del '90. India pasó de 11 millones de toneladas a 60. La ley de Malthus perdía valor predictivo. Es más, se la había desafiado en sus propios términos. Otros datos importantes: la producción mundial de granos de 692 millones de toneladas en 1950 provenía de una superficie cultivada de 1700 millones de acres: la de 1992, de 1900 millones de toneladas de 1730 millones de acres. Se había registrado un crecimiento de la producción del 170 % a partir de una incorporación de sólo 1% de tierras cultivables. De no haber sido por la introducción del trigo enano, para que India alcanzara tal incremento debería haber arado unos 100 millones de acres vírgenes. La superficie equivalente a toda el área de la provincia de Buenos Aires y parte de Santa Fe.

El trigo enano mexicano y sus variedades fueron los catalizadores principales que dieron origen a la Revolución Verde. Una gran adaptabilidad combinada con potencial genético y un amplio espectro de resistencia a enfermedades fueron parte del milagro. Pero tan importantes como la transferencia de la nueva semilla fue la introducción desde México de toda una estrategia de producción que permitió al pequeño productor obtener un precio justo para su grano.

Carlos recordaba la visita de Frank Hill, vicepresidente de la Fundación Ford. En una recorrida a uno de los campos de trigo le había dicho a Borlaug, a boca de jarro, en presencia de Carlos:

-Disfrute esto, Norman, mientras dure, porque nunca más va a volver a vivirlo. A su momento los opositores y los burócratas lo asfixiarán y no va a conseguir más fondos ni permisos para ninguno de estos esfuerzos.

El comentario pareció destemplado, especialmente a la luz de lo que ocurriría poco después.

En 1970 la Academia Sueca le otorgó a Norman Borlaug el Premio Nobel de la Paz. Carlos recordaba vivamente aquellas palabras del discurso de aceptación :

"...Seremos culpables de una negligencia criminal sin atenuantes, si en el futuro permitimos hambrunas. La humanidad no puede tolerar esa culpa..."

Fueron días de vino y rosas. Demasiado breves, pensó Carlos. El premio reconocía a Borlaug como benefactor de la humanidad y en su figura se honraba la profesión del ingeniero agrónomo y la agricultura. La leyenda de la Revolución Verde había comenzado.

Los Frutos Amargos

En la década del '80 los movimientos ecologistas comenzaron a clamar que las técnicas de alta productividad acabarían por diezmar a los países en desarrollo. Cuando Borlaug intentó llevar su tecnología a África fue frenado de cuajo. Se boicoteó su idea de llevar fertilizantes inorgánicos a África, en parte por el auge que estaban tomando las investigaciones en biotecnología, en parte por el miedo al *lobbying* "verde" que se ejercía en Washington contra el uso de fertilizantes.

Carlos, que había vuelto a Argentina, recibió por aquel entonces una larga carta de Borlaug en la que le comentaba que su nombre, otrora honrado y de prestigio, ahora era poco más que una mala palabra para las fundaciones Ford y Rockefeller.

-Me consideran políticamente como una especie de muñeco de alquitrán. Todo lo que a los "verdes" les resulta intolerable, me lo pegan a mí. Algunos de los grupos de presión ecologistas son la sal de la tierra, pero muchos otros son elitistas. Nunca han experimentado la sensación física del hambre. Ejercen presión política instalados en sus cómodas suites de Washington o Bruselas. Si al menos pasaran un mes rodeados por la miseria de los países en desarrollo, como yo lo he hecho durante cincuenta años, clamarían al cielo pidiendo tractores, fertilizantes y canales de riego. Y, le aseguro, se pondrían como locos si los elitistas del momento se los negaran. No consigo apoyo del mundo desarrollado, ni del Banco Mundial, ni de ninguna otra fundación. Estoy desilusionado, Carlos. Hoy me siento una especie de león en invierno. Y, además, este león se está volviendo viejo.

Poco tiempo después, Carlos recibió otra nota de Borlaug, breve, casi perentoria:

Carlos, conseguí que Jimmy Carter y Sasakawa nos financien un proyecto de 5 años en África. Quiero que me acompañe y me ayude a elegir los centros operativos. Lo necesito. Deje todo lo que tenga entre manos. Calculo que primero haremos un trabajo de investigación. No me falle.

No hubo tal investigación. Tuvieron que comenzar a sembrar directamente, en gran escala, ante la tremenda situación de hambre. Se plantó trigo, mandioca, sorgo en Benin, Etiopía, Nigeria, Sudán, Tanzania y Togo.

Nuevamente Borlaug y sus asistentes realizaron todo tipo de tareas con el grupo de pequeños productores. Carlos recordaba una anécdota que le había contado Borlaug de sus primeros años en México.

Al verlo ensuciándose las manos y botas con tierra, uno de los investigadores mexicanos le había dicho:

-Dr. Borlaug, nosotros no hacemos estas tareas en México. Para eso tenemos asistentes. Usted lo único que tiene que hacer es armar la planificación y llevársela al capataz para que la ejecute.

Borlaug perdió los estribos (no sería la última vez) y le dijo:

-Por eso los productores no lo respetan. Si uno no sabe hacer las cosas, ¿cómo puede asesorar? Si los asistentes le dieran información falsa, usted ni siquiera se daría cuenta. Esto tiene que cambiar. Hasta que no nos convirtamos en los dueños de nuestros propios esfuerzos, no saldremos adelante con el proyecto.

A la altura de la década del '80, el proyecto en Africa estaba siendo severamente boicoteado por los opositores, cada vez más encarnizados. Utilizaban las cifras de la contaminación de las napas causada por el escurrimiento de los fertilizantes en los Estados Unidos y erróneamente las aplicaban a los países africanos.

Mientras tanto Africa arruinaba su habitat silvestre con las prácticas de "corte y quema" que los "verdes" idealizaban románticamente por ser autóctonas. Borlaug le confesó que incluso los funcionarios del Banco Mundial tenían una confusión tremenda entre el concepto de pesticida y el de fertilizante, ya que los opositores a los altos rendimientos hablaban de ambos como si fueran la misma cosa, sólo por estar compuestos de productos químicos. *"Desconocen lo que nosotros, los agrónomos, llamamos manejo integrado de plagas que ha llevado al mejoramiento del arroz en Indonesia"*.

Las cosas habían resultado difíciles en Africa. Las agriculturas de Paquistán e India se habían transformado porque tenían economías razonablemente organizadas, buenos sistemas de transporte, proyectos de riego en marcha y espíritu empresarial. A Africa le faltaba mucho para lograr este estado de situación. Además, sus zonas rurales estaban siendo abandonadas por los



jóvenes y el sector de agroalimentos era considerado por los dirigentes políticos como un sector no progresista. A la vez, esta misma diligencia suspiraba por la tecnología de punta que los hiciera entrar en el mundo del desarrollo.



Había que admitirlo. El proyecto Global-2000 (Carter - Sasakawa) estaba en pie en doce naciones africanas, pero - salvo en Etiopía - no había tenido la respuesta que Borlaug esperaba.

Borlaug se había vuelto a México, al CIMMYT, a trabajar con jóvenes técnicos, tan parecidos al Carlos de otra época. Se jubiló oficialmente en 1983. La década del '90 lo ha encontrado como docente en la Universidad de Texas, en la que enseña Agricultura Internacional en un semestre.

Hay un decir popular que sostiene: **ninguna obra buena puede permanecer impune**. Carlos sonrió irónicamente. El éxito de Borlaug había sido, a la vez, su caída. En los '60, los pesimistas como Ehrlich habían sostenido que la revolución verde **nunca se daría**. En los '70 y los '80 los ecologistas – los “ambientalistas” extremos, como Borlaug los llamaba – clamaban que la revolución verde **nunca debería haberse dado**. La fantasía del cuerno de la abundancia se había trocado en una amenaza. El Congreso norteamericano consideraba a los fertilizantes más peligrosos para el ambiente que una hambruna masiva.

Al final Carlos se había vuelto a la Argentina ¿definitivamente? Al despedirse, Borlaug le había dicho:

- La Revolución Verde puede tornar a África más productiva. Si se aplican más fertilizantes algunas tierras favorecidas de América Latina, por ejemplo de “su” Argentina y del vecino Brasil, se pueden volver aún más fecundas. La región del “cerrado” de Brasil, una superficie muy grande considerada por muchos años infértil debido al aluminio soluble del suelo puede transformarse en una “canasta de pan” dado el desarrollo de líneas de cultivos resistentes al aluminio. Pero África, la ex Unión Soviética y el “cerrado” serán las últimas fronteras. Antes no quedará en el mundo ninguna parcela de terreno cultivable libre y hasta los bosques pueden ser arrasados. Pero, querido amigo, el rescate del África sufriendo necesita algo más que el esfuerzo privado de un oscuro premio Nobel de la Paz y de un altruista ex - presidente de los Estados Unidos.

FUENTES

Borlaug, Norman, *The Green Revolution: Peace and Humanity*, Discurso de Aceptación del Premio Nobel de la Paz, Oslo, 11 de Diciembre de 1970.

Memoirs.

Easterbrook, G., *Forgotten Benefactor of Humanity*, en *The Atlantic Monthly*, Enero 1997, Vol. 279.

Herd, Robert, *The life and work of Norman Borlaug, Nobel Laureate*, Agricultural Science, Enero, 1998, Texas University.

The Future of the Green Revolution Implications for International Grain Markets, Agricultural Science, Mayo, 1997.

Ilustración de Etienne Dellessert en Easterbrook, G., op. cit.



TRABAJO PRÁCTICO INDIVIDUAL

A la luz de la lectura del caso, de sus anexos y a través de las consultas realizadas, sírvase contestar por escrito las siguientes cuestiones:

- 1- ¿En qué consistió la Revolución Verde? ¿Cuál fue su importancia?
- 2- ¿Es posible obtener los mismos aumentos de rendimiento sin incrementar la dependencia de los fertilizantes agroquímicos, del agua y el riesgo de contaminación y erosión? Sí – No - ¿Por qué?
- 3- a) Enuncie brevemente la ley de Malthus
b) Relaciónela con el tema del caso
c) Haga un comentario sobre su valor predictivo
- 4- Dentro del contexto del caso, dé una definición de los siguientes términos en no más de cinco renglones:
 - a) *Sustentabilidad o sostenibilidad*
 - b) *Biodiversidad*
 - c) *Organismos genéticamente modificados*
 - d) *Paquete tecnológico*
 - e) *Expresión fenotípica*
- 5- a) ¿Qué aspectos agronómicos del trigo lo hicieron especialmente apto para su selección como cultivo en el programa de Borlaug?
f) ¿Por qué el programa se basó en el trigo enano?
g) ¿Cuáles eran las hipótesis que manejaban los pequeños productores ante el trigo enano? Fundamente.
h) ¿Por qué al elegir el trigo enano Borlaug tuvo que luchar contra la misma naturaleza? Fundamente.
- 6- ¿Cuál fue el factor limitante que lo llevó a no utilizar fertilizantes orgánicos en la India?
- 7- ¿Qué características tiene una agricultura de subsistencia?
- 8- ¿Qué diagnóstico agronómico se podría hacer sobre la situación de África en la década del '80?
- 9- ¿Es la ingeniería genética la continuación o la nueva Revolución Verde? Si o no. Fundamente.
- 10- En no más de diez renglones, elabore una posición superadora de las posturas extremas de los ambientalistas y de los productivistas.

TARABAJO PRACTICO GRUPAL

En pequeño grupo, lea la presente consigna y resuelva los *ítem* a), b) y c)

Como Ingeniero Agrónomo, usted ha sido convocado por las autoridades de una cooperativa agraria para asesorar sobre el mejoramiento de la rentabilidad de sus miembros, pequeños productores dispuestos a encarar un emprendimiento común.

Dicho emprendimiento podrá ser financiado por una línea de crédito para PYMES gestada por el municipio. La única restricción municipal explícita es el acatamiento de la ordenanza referida a la no contaminación de las aguas subterráneas con residuos tóxicos.

- a) Haga un listado con las preguntas que les haría a los productores y a otras fuentes para confeccionar una guía que lo oriente en el desarrollo de la propuesta técnica solicitada
- b) Fundamente tal listado
- c) Organice una presentación oral de lo elaborado en a) y b) para su discusión en el plenario.

El grupo dispone de 20 min. para la presentación y puede usar todos los elementos que crea convenientes (transparencias, afiches, etc.)



ANEXO I

Traducción de un fragmento extraído de la Conferencia de Norman Borlaug, Feeding a World of 10 Billion People: the Miracle Ahead, Universidad de De Montfort Leicester, Reino Unido, Mayo de 1997.

¿Qué podemos esperar de la biotecnología?

En los últimos setenta años, el mejoramiento convencional produjo gran cantidad de variedades e híbridos que contribuyeron inmensamente a la obtención de altos rendimientos de granos, a una mayor estabilidad en las cosechas y a introducir mejoras en los ingresos de la unidad productiva. Paradójicamente, no se ha observado un aumento sustancial del potencial máximo de rendimiento genético. Esto no se ha vuelto a dar ni en el arroz, ni en las variedades comerciales de alto rendimiento del trigo semi-enano, desde el lanzamiento de la llamada Revolución Verde de las décadas del 60 y del 70. Sin embargo, han aparecido importantes mejoramientos en la resistencia a las enfermedades e insectos, y en la tolerancia a un amplio espectro de los llamados *stress* abióticos, especialmente el producido por la toxicidad del suelo. Debemos encontrar tecnologías nuevas y apropiadas para incrementar los niveles genéticos si queremos aceptar el desafío de una mayor producción de alimentos que el momento nos impone. El arroz (*new plant type*) desarrollado por el Instituto Internacional de Investigación de Arroz podría constituir una posible innovación debido al mejoramiento del llenado del grano. Esta investigación utiliza técnicas de ingeniería genética provenientes del Instituto Borlaug de la Universidad De Montfort.

Estoy ahora convencido de que lo que comenzó como el carro triunfal de la tecnología hace quince años ha desarrollando valiosas metodologías científicas y productos nuevos que necesitan apoyo financiero y organizacional activo para su introducción en los sistemas de producción de alimentos y fibras. Hasta ahora, la biotecnología ha tenido su mayor impacto en la medicina y en la salud pública. Sin embargo, se ha dado una serie de desarrollos fascinantes que están apareciendo comercialmente en el campo de la agricultura. En la biotecnología animal tenemos la somatotropina bovina (BST), que se utiliza masivamente para aumentar la producción lechera y la somatotropina porcina (PST), que está a punto de ser aprobada.

En la actualidad, ya se introdujeron comercialmente en los Estados Unidos y en otros países variedades transgénicas e híbridos de algodón, maíz y papas, con genes del *Bacillus thuringiensis*, que controlan con eficacia algunas plagas de insectos. El uso de tales variedades va a reducir en gran escala la aplicación de insecticidas líquidos y en polvo. También se ha logrado un progreso notable en el desarrollo de plantas transgénicas de algodón, maíz, aceite de semilla de colza, soja, remolacha azucarera y trigo con tolerancia a ciertos herbicidas. Esto puede llevarnos a una reducción en la aplicación de herbicidas, utilizándose dosis más específicas e intervenciones técnicas.

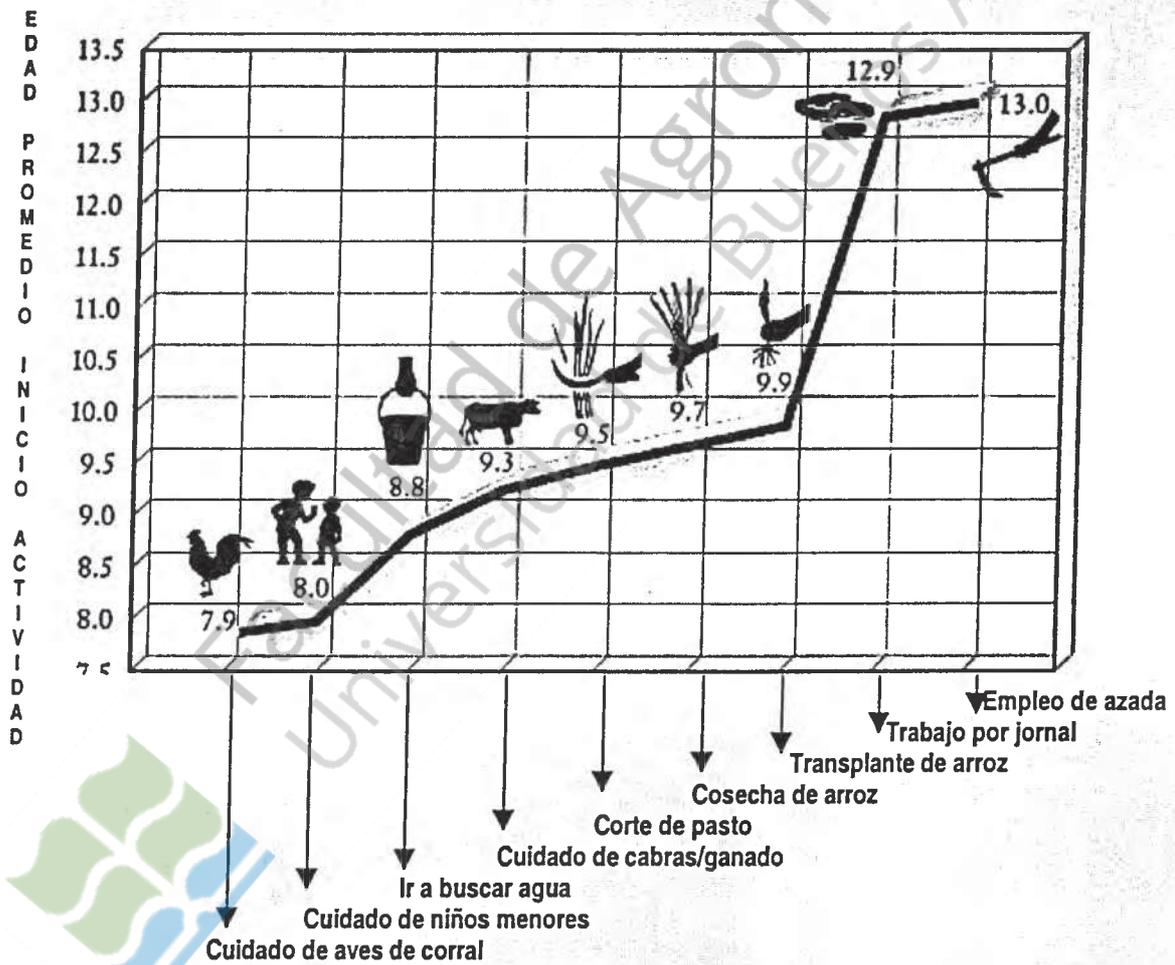
El desarrollo de plantas transgénicas para el control potencial de enfermedades víricas y fúngicas no está aún del todo desarrollado. Sin embargo, existen algunos ejemplos promisorios de genes que generan coberturas proteicas que ofrecen resistencia a virus específicos en las variedades de papas transgénicas y en el arroz. Se están incorporando distintos genes resistentes a enfermedades en otras especies de cultivos transgénicos.

Hasta hace muy poco se suponía que los aumentos del potencial genético del rendimiento de las plantas (y animales) estaban bajo el control de una gran cantidad de genes y que cada uno de estos genes tenía pequeños efectos aditivos. Sin embargo, los estudios realizados en los últimos años muestran que también pueden existir unos pocos genes, una especie de "genes maestros", que afectan la interacción, directa o indirectamente, de varios procesos fisiológicos que influyen en el rendimiento. Por ejemplo, es probable que los genes BST y PST sean "genes maestros". No sólo afectan la producción total de leche o carne, sino que condicionan la eficiencia de la producción por unidad de ingesta de alimentos. Parecería que los genes del enanismo, *Rht1* y *Rht2*, utilizados para desarrollar los trigos mexicanos que dieron origen a la Revolución Verde, también actuaron como "genes maestros", porque a la vez que redujeron la altura de la planta y mejoraron la implantación, también aumentaron la formación de macollos, el número de flores fértiles y el número de granos por espiguilla (índice de cosecha). La biotecnología puede ser una puerta hacia la búsqueda de nuevos "genes maestros" para rendimientos potenciales altos eliminando los efectos confusos de otros genes.



ANEXO II

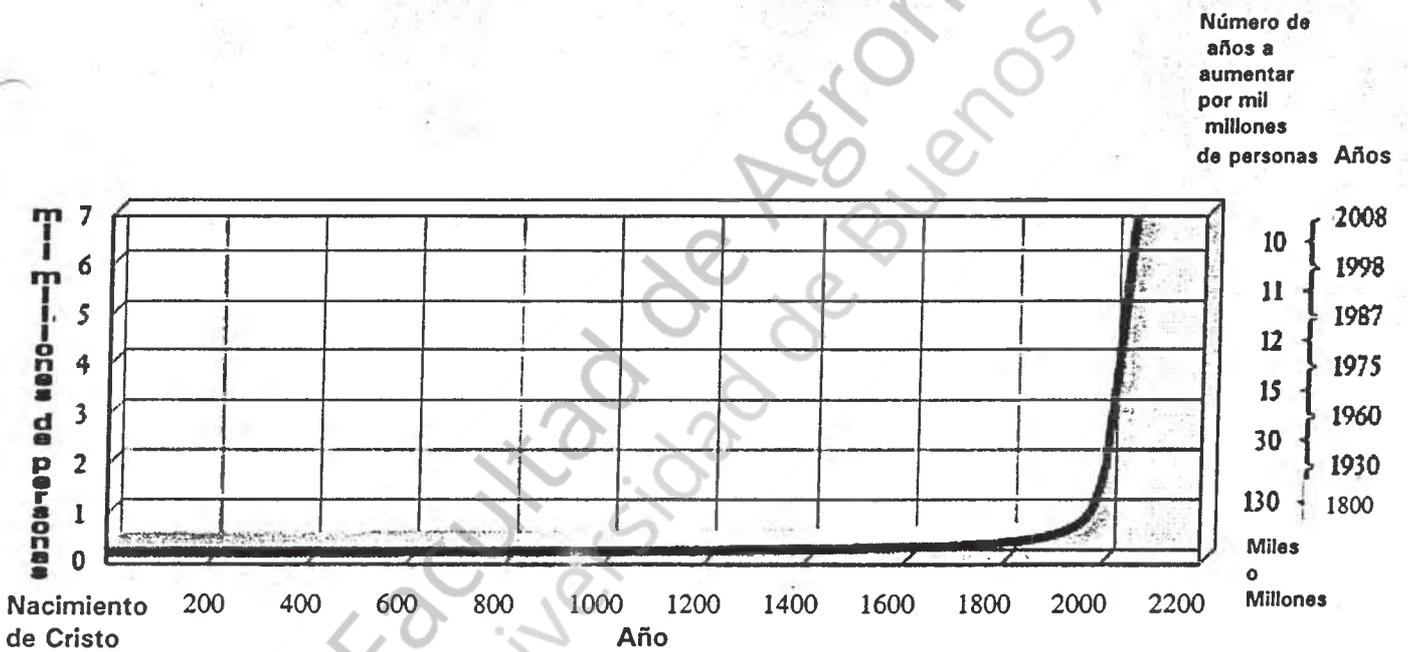
¿POR QUÉ LOS PAISES EN DESARROLLO NECESITAN DE LOS NIÑOS?



Source: U.N. Fund for Population Activities

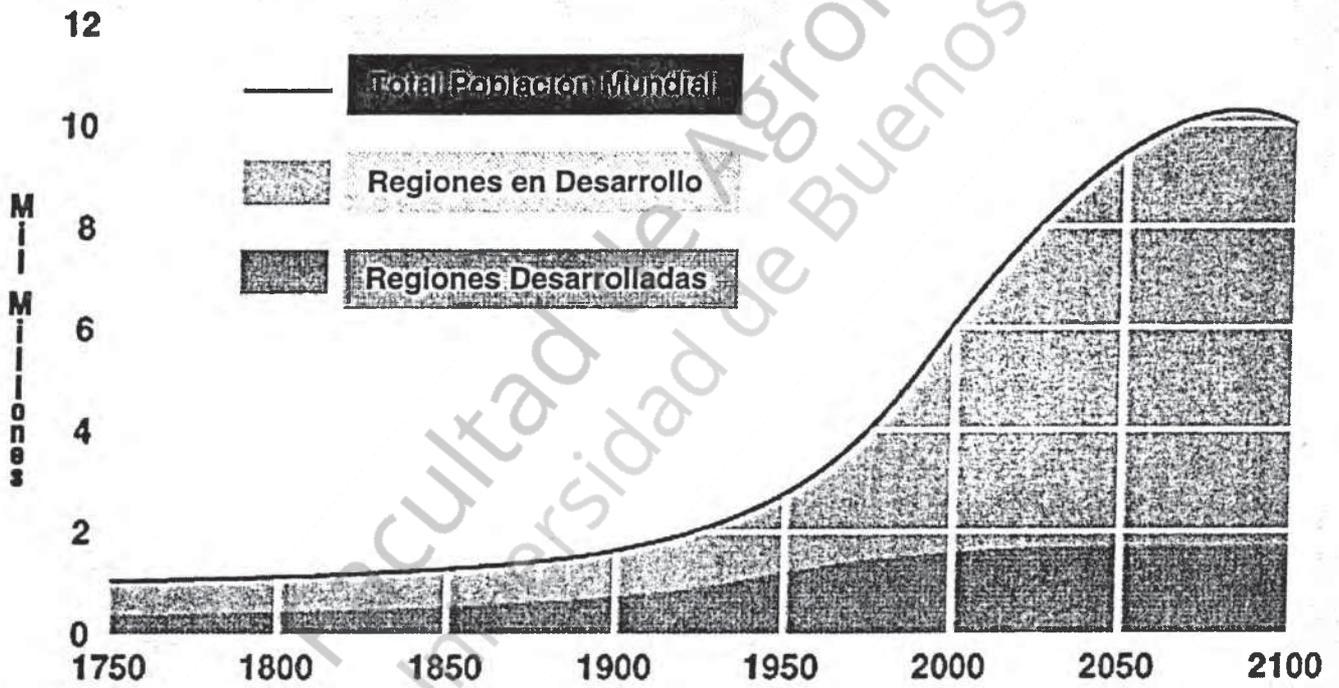


CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN EN 2,000 AÑOS



Source: Modified from Piotrow, Phylis Tilson. *World Population Crisis: The United States' Response*. New York: Praeger, 1973.

TENDENCIAS DE LA POBLACIÓN EN PAÍSES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO: 1750 - 2100



Source: Reprinted by permission of the Population Reference Bureau.



PRODUCCIÓN MUNDIAL DE GRANOS 1950-1994*



Año	Total (Mil Millones)	Per Capita (kilos)
1950	14	5.5
1955	18	6.5
1960	27	8.9
1965	40	12.0
1970	66	17.8
1975	82	20.1
1980	112	25.1
1990	143	27.0
1994 (prel)	121	21.6

*Source: Brown, Lester R. Nicholas Lenssen, and Hal Kane. 1995. Vital Signs: The Trends That Are Shaping Our Future 1995-1996. The WorldWatch Institute. P. 27

PRODUCCIÓN DE CARNE 1950-1994*

Año	Total de Producción (Mil Millones)	Per Capita (kilos)
1950	44	17.2
1955	58	20.7
1960	64	21.0
1965	81	24.2
1970	97	26.2
1975	109	26.9
1980	130	29.1
1985	146	30.1
1990	171	32.4
1994 (prel)	184	32.7

*Source: Brown, Lester R. Nicholas Lenssen, and Hal Kane. 1995. Vital Signs: The Trends That Are Shaping Our Future 1995-1996. The WorldWatch Institute. P. 31

ANEXO III

Fragmento traducido del inglés de la publicación técnica Nature, Vol. 359, Setiembre de 1992

Población Mundial

Las Naciones Unidas realizan predicciones acerca de la población humana mundial y regiones continentales ¹ mediante el método del componente ². Este método requiere un gran número de parámetros, como las tasas de nacimiento y muerte dentro de varios grupos de edades. Una alternativa es usar un modelo basado en ecuaciones que involucran sólo algunos parámetros. Tres modelos de este tipo son bien conocidos: malthusiano, logístico de Verhulst y el gompertziano. El modelo malthusiano ha sido usado previamente para realizar estimaciones globales de la población mundial ³, pero los otros modelos tienen la característica deseable de limitar el tamaño final de la población. Hemos examinado los datos de la población mundial en relación a estos tres modelos.

Al comienzo del siglo se utilizó el modelo logístico para examinar las tendencias de la población de los Estados Unidos, reavivándose el interés en él cuando las curvas logísticas explicaron en forma adecuada las poblaciones de Inglaterra, Escocia y de los Estados Unidos ⁴, pero se dio un salto en los parámetros inmediatamente después de la segunda guerra mundial. A la vez, se dio el mismo fenómeno en Australia y Nueva Zelanda ⁵. Por lo tanto parecería que existen regímenes de tipo logístico que persisten hasta que ocurren algunos grandes eventos.

Los parámetros de las curvas mejor ajustadas para los distintos modelos fueron computados mediante una ecuación no lineal (ajustes por mínimos cuadrados) ⁶. El modelo logístico proveyó un excelente ajuste de la población mundial y continental para los datos disponibles en intervalos de cinco años, desde 1950 a 1985 (ref 1). La población mundial predicha para 1992 es 5.480 millones, coincidente con la predicción de Abril de 1992 de las Naciones Unidas.

Si el régimen logístico actual persiste, la población mundial se duplicará en 47 años y la población mundial será de 23.800 millones. Esto sucederá en el año 2200. Las estimaciones finales de la población continental serán las siguientes: África, 10.570 millones; Asia, 11.080 millones; el Commonwealth de Estados Independientes 320 millones; Europa, 556 millones; América Latina, 899 millones; América del Norte, 336 millones; y Oceanía, 40 millones. La figura muestra las predicciones de las trayectorias para el mundo y las principales regiones continentales. En todos los casos las predicciones son mucho más altas que aquellas de las Naciones Unidas.

Los modelos maltusianos y gompertzianos también dan buenos ajustes hasta 1985. Pero el modelo maltusiano considera una población infinita y el modelo gompertziano predice que en unos pocos milenios ocurrirá su saturación en una población final de 1,062 billones, lo cual no parece realista. (Considerar que el modelo gompertziano es usado principalmente en biología para describir el desarrollo de masas de células, como en ciertos organismos, sus órganos y tumores⁷).

El logístico ha sido derivado como modelo para poblaciones que se dispersarían en un habitat finito⁸. Será de interés ver cuándo los efectos de la saturación se hagan evidentes en la población mundial, así como lo son ya en la Commonwealth de Estados Independientes, Europa y Norteamérica.

Henry C. Tuckwell
Statistics Research Section,
Australian National University,
GPO Box 4, Canberra 2601, Australia.
James A. Koziol
Department of Molecular and Experimental Medicine,
The Scripps Research Institute,
10666 N. Torrey Pines Rd, La Jolla, California 92037, USA.

1. World Population Prospects (United Nations, New York, 1988).
2. Keyfitz, N. Introduction to the Mathematics of Populations (Addison-Wesley, Reading Massachusetts, 1968).
3. Westin, A. H. Bioscience 31, 523-524 (1981).
4. Leach, D. J. R. statist. Soc. A144, 94-103 (1981).
5. Koziol, J. A. & Tuckwell, H. C. N. Z. Statist. 21, 35-40 (1986).
6. Levenberg, K. Q. J. Appl. Math. 2, 431-444 (1944).
7. Laird, A. K. Br. J. Cancer 19, 278-291 (1965).
Tuckwell, H. C. & Koziol



ANEXO IV

LA BIOTECNOLOGÍA Y EL SECTOR AGROALIMENTARIO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

- ✓ La demanda mundial de alimentos se duplicará para el año 2025
- ✓ Conjuntamente con el aumento cuantitativo de la demanda aumentarán también las exigencias respecto de productos de mayor calidad y valor agregado
- ✓ Continuarán y se incrementarán las exigencias de los mercados en cuanto a que las estrategias productivas contemplen la conservación de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente

**LIMITANTES DEL SECTOR AGROPECUARIO Y
POSIBILIDADES DE DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGÍA**

Limitantes tecnológicas para el desarrollo agropecuario	Biotecnologías	Posibilidades de desarrollo	Biotec. Convenc.
Imposibilidad de transferir genes útiles por barreras reproductivas	Ingeniería genética. Transformación	Transferencia de genes de interés.	*****
Control de plagas y enfermedades. Alto costo y deterioro ambiental	Ingeniería genética, manipulación genética de plagas.	Prevención sanitaria.	*****
Incorporación simultánea de genes indeseables al transferir genes útiles	Ingeniería genética. Marcadores moleculares.	Aceleración del proceso de Mejoramiento.	*****
Dificultad para seleccionar caracteres complejos de productividad	Utilización de marcadores moleculares (RFLP, PCR, RAPDs, AFLPs)	Selección más efectiva, fácil y precisa de caracteres complejos.	*****
Largos períodos de tiempo para la obtención de cultivares	Haploides, rescate de embriones, mutagénesis inducida, etc.	Aceleración del proceso de mejoramiento.	*****
Limitada variabilidad genética de Cultivares para caracteres de interés	Búsqueda y caracterización de germoplasma, mutagénesis inducida, ingeniería genética	Obtención de cultivares según la demanda del mercado.	***
Necesidad de cubrir demandas Agroindustriales con nuevos productos	Rediseño y modificación de genes, mutagénesis dirigida, desarrollo de métodos de fermentación.	Nuevos productos de calidad definida.	*****
Dificultad para multiplicar en forma masiva y acelerada especies vegetales de importancia económica	Micropropagación <i>in vitro</i>	Rápida difusión de genotipos superiores	*****





A MODO DE RESUMEN

- ❑ La Argentina se está consolidando como una de las tres potencias agroalimentarias del próximo siglo. Tiene los recursos naturales y el potencial de producción.

Aprovechar las oportunidades requiere agregar valor a la producción primaria y nuevas tecnologías que compatibilicen los aumentos en productividad y calidad con la conservación de los recursos.

- ❑ La biotecnología ofrece la posibilidad de compatibilizar los aumentos de producción y productividad requeridos para aprovechar los espacios de la demanda, con la conservación de los recursos naturales.;

- ❑ En el país hay capacidades y ya se está avanzando, pero hacen falta inversiones.

La Argentina invierte en I&D sólo el 0,4% de su PBI_{Ag.}, lo cual es entre 7 y 11 veces menor que sus competidores (Canadá, Australia y Nueva Zelandia).

- ❑ También hay que aumentar la inversión privada en I&D. En esos países es entre el 30% y el 50% del total; en Argentina es sólo el 5%.